

Die englischen Pendeluhren,

und zwar

Thurmuhren, Hausuhren, Controluhren und astronomische Regulatoren,

sowie

Taschenuhren und Chronometer,

mit den neuesten Verbesserungen, besonders in Bezug auf möglichste Vereinfachung, zweckmäßige Gestaltung der Triebe und Räder, Compensation des Pendels und der Unruhe, und der bewährtesten Hemmungen für größere und kleinere Pendeluhren, wie für Taschenuhren und Chronometer.

Nach der 8. Auflage der **Encyclopaedia Britannica** übersetzt

von

Dr. Christ. Heinr. Schmidt.

Mit 72 erläuternden Figuren.

Weimar, 1856.
Verlag, Druck und Lithographie von B. F. Voigt.



Inhaltsverzeichniß.

Anhang.

Verzeichniß der Figuren.

Pendeluhren und Taschenuhren.

Einleitung.

Der Ursprung der Gewichtuhren ist in große Dunkelheit gehüllt. Ungeachtet der Angaben vieler Schriftsteller, daß Gewichtuhren (horologia) schon im neunten Jahrhunderte gebräuchlich gewesen und daß sie zu jener Zeit von einem Archidiaconus zu Verona, Namens Pacificus, erfunden worden, so scheint es doch nicht deutlich bewiesen zu sein, daß die damaligen Uhren Maschinen gewesen, denen ähnlich, welche in den letzten 5 oder 6 Jahrhunderten gebräuchlich gewesen sind. So viel ist aber ausgemacht, daß man damals wenigstens Uhren hatte, in welchen ein Gewicht auf's Räderwerk wirkte, wodurch sie sich von den Wasseruhren (clepsydrae) unterschieden, die bekanntlich mehre Jahrhunderte früher gebräuchlich waren. Wir beabsichtigen indessen, diesen Artikel soviel wie möglich auf Gegenstände von practischem Interesse zu beschränken, da es uns an Raum gebricht, uns auf eine Geschichte der Uhren einzulassen. Wir

müssen deßhalb den Leser, den letzterer Gegenstand interessirt, auf die Artikel über Pendeluhren, Chronometer u. s. w. in Rees's **Cyclopaedia** und den verschiedenen dort angeführten Werken verweisen. Zu der Belehrung, die er dort finden wird, wollen wir nur hinzufügen, daß aus einer Mittheilung, welche der Capitain Smith der **Antiquarian Society** im Jahre 1851 machte, hervorgeht, daß zu Dover Castle sich noch immer eine Schlaguhr befindet, welche die Jahreszahl 1348 trägt, also um 30 Jahre älter ist, als die Uhr, welche Heinrich von Wick für den Palast des französischen Königs Karl's V gebaut hat, die man in der Regel als die älteste Thurmuhr anführt, deren eigentliche Construction bekannt gewesen ist. Auch Herr Denison erwähnt in seinem **Rudimentary Treatise on Clocks** (den wir, sowie auch verschiedene Abhandlungen desselben, in den **Cambridge Philosophical Transactions** und dem **Journal of the Society of Arts** sehr fleißig benutzt) einer Uhr in der Peterborough-Cathedrale, die hinsichtlich ihres Schlagwerkes noch immer im Gange ist und deren Construction der Uhr von Dover Castle ähnlicher, als jener des Herrn von Wick ist; und der Lord Oberrichter Coke berichtet uns, daß eine Uhr in Westminster Hall im dreizehnten Jahrhundert von einer Strafe erbaut worden sei, mit welcher einer seiner Vorgänger in diesem Sitze belegt worden sei und woher man wahrscheinlich die treffende Inschrift: **Discite justitiam moniti** auf eine Sonnenuhr des der Halle gegenüberliegenden Hauses copirt habe.

Da die Uhr des Herrn von Wick schon früher häufig beschrieben worden und die Beschreibung höchstens als ein Gegenstand der Curiosität noch Werth hat, so erwähnen wir von derselben weiter nichts, als daß sie eine große Schlaguhr war, welche nur einen Tag ging, einen einzigen Zeiger, nämlich einen Stundenzeiger, hatte und, bis auf die Hemmung, vielen noch jetzt bestehenden alten Kirchenuhren ziemlich ähnlich war. Die Pendel wurden erst drei Jahrhunderte später erfunden, und es erscheint

um desto sonderbarer. daß ihre Hemmung derjenigen ziemlich gleich war, welche man in den Taschenuhren die Spindelhemmung nennt. Nur war die Schwingungszeit einzig und allein abhängig vom Trägheitsmomente des Balanciers und nicht von einer Feder, denn auch diese wurde weit später erfunden. Wir wenden uns deßhalb sogleich zur Beschreibung des Gehwerkes einer achttägigen Hausuhr oder einer astronomischen Uhr, oder eines Regulators, denn in der allgemeinen Anordnung sind sich dieselben ganz gleich.

In Fig. 1 ist **B** die Walze, um welche für einen achttägigen Gang das Seil oder die Schnur 16mal herum geschlagen ist. Die Walze sitzt auf ihrer Welle **K**. welche sich in den viereckigen Ansatz verlängert, der bis zur vorderen Seite des Zifferblattes reicht und zum Aufziehen dient; das Zifferblatt ist, wie man hier sieht, entweder mittelst kleiner Schrauben **x**, oder mittelst eines Zapfens und Stiftes **z** an den verlängerten Pfeilern **p p** befestigt, welche, der Zahl nach 4 oder 5, die Boden oder das Gestell zusammenhalten, obschon das Zifferblatt gewöhnlich, aber aus keinem guten Grunde, mit dem vorderen Boden durch eine besondere Reihe von Pfeilern verbunden zu werden pflegt. Das große Rad **G** sitzt auf der Welle und ist mit der Walze durch das Sperrrad **R** verbunden, dessen Wirkung in Fig. 40 deutlicher ersichtlich ist. Das Zwischenrad **r** in dieser Figur hat einen Zweck, der später beschrieben werden soll, und man kann dasselbe jetzt als weggelassen denken, so daß der Sperrkegel des Sperrrades am großen Rade befestigt wird. Das große Rad führt das Getriebe **c**, welches das Mittelgetriebe heißt und auf der Welle des Mittelrades **C** sitzt, welche durch das Zifferblatt geht und den langen oder Minutenzeiger trägt. Dieses Rad dreht sich immer in einer Stunde herum, und das große Rad in der Regel in 12 Stunden, indem es 12mal so viel Zähne, als das Mittelgetriebe hat. Das Mittelrad führt das zweite Rad **D** mittelst seines Getriebes **d**, und dieses wieder das Hemmungsrad **E** mittelst seines Ge-

triebes e. Wenn jedes der Getriebe d und e 8 Triebstöcke hat, so hat c 64 Zähne und D 60 Zähne in einer Uhr, deren Hemmungsrad in einer Minute sich umdreht, so daß man den Secundenzeiger auf seine bis zum Zifferblatte verlängerte Welle setzen kann. A bezeichnet die Lappen der Hemmung, welche sogleich beschrieben werden soll, und ihre Welle a geht durch ein großes Loch in die hintere Platte bei F, und ihr hinterer Zapfen dreht sich in einem Kloben O F Q, welcher auf die hintere Platte geschraubt ist. Von der Welle der Hemmungslappen bei F steigt die Krücke F f herab, welche in der Gabel f endet, die das Pendel umfaßt, so daß, wenn das Pendel schwingt, die Krücke und die Hemmungslappen nothwendig mit ihm schwingen. Das Pendel ist mittelst einer dünnen Feder S im Kloben Q aufgehangen, so daß der Biegungspunct der Feder gerade dem Ende der Hemmungswelle gegenüber liegt und der Rand der Feder dem Ende dieser Welle so nahe als möglich, ein Punct, welcher häufig vernachlässigt wird.

Wir wenden uns nun zur vordern oder linken Seite der Uhr und beschreiben das Vorgelege. Der Minutenzeiger sitzt auf dem viereckigen Ende eines messingenen Rohres, welches auf dem Rad M sitzt und genau, doch nicht ganz dicht, die verlängerte Welle des Mittelrades umschließt. Hinter diesem Rade befindet sich eine gebogene Feder, welche auf derselben Welle mittelst eines viereckigen Loches in ihrer Mitte sitzt (dieses Loch darf nicht rund sein, wie es manchmal der Fall ist), so daß sie sich mit der Welle drehen muß; das Rad wird gegen diese Feder gedrückt und hier durch eine Kappe und einen kleinen Stift durch's Ende der Welle festgehalten. Hieraus ergiebt sich nun, daß zwischen der Feder und dem Rade hinlänglich Reibung besteht, um den Zeiger herumzuführen, aber doch nicht hinlänglich, um einem mäßigen Drucke des Fingers Widerstand zu leisten, wenn die angezeigte Zeit verändert werden soll. Dieses Rad M, welches manchmal das Minutenrad genannt wird, aber zweckmäßiger das Stundenrad heißen sollte, indem

es sich in einer Stunde umdreht, führt ein anderes Rad N von derselben Anzahl von Zähnen, welches ein Getriebe besitzt, durch welches das Zwölfstundenrad H geführt wird, welches ebenfalls an einem stärkeren Rohre befestigt ist, das den Stundenzeiger trägt und auf dem früheren Rohre sitzt, oder auch (um die Mittelwelle von diesem Extragewichte zu befreien) auf einem Zwischenrohre, das an den Steg L befestigt ist, der auf die vordere Platte über das Stundenrad M geschraubt ist. Das Gewicht W, welches das Räderwerk treibt und dem Pendel durch die Hemmung den Impuls giebt, hängt in der Regel an einer Schnur aus Darmsaite, welche über eine Rolle läuft, die am Gewichte hängt, wie aus Fig. 42 ersichtlich, während das andere Ende der Schnur an irgend einer schicklichen Stelle des Uhrgehäuses oder des Bodenbretes befestigt ist, wo man es mittelst Schrauben durch die untern Pfeiler noch inniger verbunden hat. Man pflegte gewöhnlich die Gehäuse der Hausuhren und der astronomischen Uhren nicht unter 6 Fuß hoch zu machen; aber dieses ist eine sehr unnöthige Verschwendung von Raum und Materialien; denn wenn man entweder die Größe der Walze vermindert, oder die Zahl ihrer Umgänge, die Größe des großen Rades um die Hälfte vergrößert, oder die Gewichte in einer dreifachen statt in einer doppelten Linie aufhängt, so wird ein Gehäuse, welches gerade die Länge des Pendels hat, auch hoch genug für das Herabsinken der Gewichte binnen 7 oder 8 Tagen sein. Die Gewichte müssen folglich in demselben Verhältnisse und sogar noch mehr verstärkt werden, um die vermehrte Reibung zu überwinden.

Beschreibung

einer

neuern astronomischen Pendeluhr

oder eines Secundenregulators mit Quecksilberpendel von Kessels.

Fig. 2 giebt das allgemeine Profil des Gangwerkes, die Verbindung der Gabel mit dem Pendel und die Aufhängung der letztern an der Console des Bockes.

Fig. 3 giebt das Caliber oder den Grundriß **ABCD**, von Hinten gesehen, auf der innern Seite der Pfeilerplatte, und folglich sieht man das ganze Werk umgewendet von Rechts nach Links, indem die kleine Platte abgenommen ist. Daraus ergiebt sich für den Beobachter, daß das Secundenrad hier nach Links zu laufen scheint und ebenso auch das Minutenrad, daß ferner das erste große Rad, dasjenige der Gewichtswalze, nach Rechts zu laufen scheint, während Alles umgekehrt sein würde, wenn man dieses Caliber von der Seite des Zifferblattes betrachtet,

welches hier hinter dem Grundrisse angenommen worden ist. Es ist genügend indessen für den Sachkenner diese Bemerkung. Der Eingriff des ersten großen Rades findet unmittelbar mit dem Minutengetriebe ohne zwischenliegendes Zeitrad Statt, wodurch die Trägheit eines der stärksten Räder und die Reibungen seines Rädereingriffes, wie seiner beiden Zapfen in Wegfall kommen. Die Wirkung des ersten großen Rades wird während des Aufziehens durch zwei Hülfsfedern unterhalten, die am Sperrrade der Walze sitzen. Der Hülfssperrkegel wird im Gehäuse auf Achse und Zapfen bemerkt.

Die Fig. 4 giebt die äußere Seite A B D C derselben Pfeilerplatte, nämlich diejenige Seite, welche sich unter dem weggenommenen Zifferblatte befindet. Man bemerkt hier das Vorgelege und die Stege mit ihren Putzen für die Löcher der Räderzapfen. Die vier äußeren Linien, welche diese Platte einschließen, stellen die Ränder des Bockes dar, welcher gegen seine Ecken hin auf dem Boden des Gehäuses durch vier starke Schrauben befestigt ist. Der Bock trägt die Basis des Gehwerkes, welches auf den untern Trägern durch zwei Schrauben mit geränderten Köpfen, welche unten liegen, befestigt ist. Alles wird getragen von einem starken Haken, Fig. 8, welcher fest in einer dicken Mauer sitzt.

Die allgemeine Form ist zu beiden Seiten etwas pyramidenförmig und wird nicht allein in Deutschland, sondern auch anderwärts vorgezogen, indem sie auf ihrer Basis die größte Festigkeit darbietet.

Die nachfolgende Erläuterung, welche von dem Künstler, Herrn J. Kessels zu Altona, selbst gegeben worden ist, wird den Mechanismus der einzelnen Theile dieses Werkes noch mehr erläutern.

Fig. 2 giebt den obern Theil der Stange des astronomischen Quecksilber-Pendels, auf seinem Bocke aufgehangen und im Profil oder von der Seite gesehen, dargestellt.

Fig. 3 ist das Gangwerk, von Hinten gesehen, indem die kleine Platte hinweggenommen ist. A, das erste

große Rad; F Sperrrad, welches gegen A hin einen umgebogenen Kreis trägt, gegen welchen sich das Rad stützt; die beiden Federn der Hülfskraft sind auf das Sperrrad geschraubt. B großes Mittelrad, welches vor dem Zifferblatte den großen Minutenzeiger trägt, der im Profil auf der linken Seite gesehen wird und den das Stück K unter dem Zifferblatte im Gleichgewichte erhält; C kleines Mittelrad; D Hemmungsrad; E_2 der Anker.

Fig. 4 das Gehwerk auf seinem Bocke und von Vorn gesehen; G Stundenrad für das Vorgelege; H Wechselrad, in das Chausséegetriebe von 10 Zähnen eingreifend. Die Löcher der Räderzapfen sind sämmtlich in besonderen Putzen aus Kesselkupfer angebracht und in ihren Stegen durch zwei Schrauben befestigt, so daß, wenn ein Zapfen mit der Zeit zu viel Spielraum bekommt, man das Loch von Neuem ausfüllen, centriren und auf der Spitzendrehbank bohren, oder auch einen neuen Putzen einsetzen kann. Ist dann Alles auf diese Weise wieder in Ordnung gebracht, so muß der Rädereingriff mit derselben Genauigkeit Statt finden, wie vorher. Die Zahl der Zähne und Triebstöcke der Räder und Getriebe sind bei jedem einzelnen angegeben.

Fig. 5, Unterstützung des Pendels, von der Seite gesehen; die doppelte Feder ist hier eingehängt.

Fig. 6, der obere Theil des Pendels, von der Seite gesehen, mit seiner Aufhängungsfeder. Die Unterstützung oder die Console des Pendels ist in Fig. 6 durch eine starke, hinten bemerkbare Schraube und durch zwei Füße am Bocke befestigt.

Fig. 7, der Schnabel der Unterstützung, von der Seite gesehen. Man sieht oben am Bocke und von der Seite eine der vier Schrauben mit runden Köpfen. Sie dienen dazu, den Bock auf dem Boden des Gehäuses zu befestigen. Der Bock ist in den Boden eingelassen und ragt eine Linie über denselben hervor; die Köpfe der Schrauben, welche ihn festhalten, sind ebenfalls in's Holz

eingelassen, so daß für die Dicke des Gehäusebodens an diesen Stellen 1 Zoll 8 Linien französisches Maß bleiben.

Fig. 8, Haken des Bockes; er tritt von x an aus der Mauer hervor und sitzt in derselben 3 Zoll 6 Linien tief. Der Hals und die abgeschrägten Theile sind auf der Drehbank bearbeitet; alsdann giebt man ihm seine äußere Form, wie in Fig. 8 und 9, wo der Haken im Profil dargestellt ist; von Vorn gesehen, ist er dargestellt in Fig. 9 und von Unten, in Fig. 10.

Fig. 11, ein Theil von der untern Portion der Gabel mit ihrer schwer zu bewegenden Stellschraube; an dem beweglichen Stücke, welches Fig. 12 dargestellt ist, befindet sich ein Gegengewicht oder eine Scheibe, um die Gabel, so wie einen Theil des Gewichtes der Achse und des Ankers zu äquilibriren; man sieht auch, aber ohne Details, den Eintritt der Spindel, Fig. 12, in die Pendelstange; das Loch ist hier sehr enge oder sehr kurz, damit man hier die Spindel so justiren könne, daß sie zwar bequem eingeht, jedoch ohne das geringste Schlottern. Der enge Theil des Loches besteht aus Kupfer.

Fig. 15, das Schlüsselloch für den Zapfen zum Aufziehen, im Kleinen dargestellt; in natürlicher Größe findet man es dargestellt, Fig. 2, 7a.

Um dem Aufzugsvierecke, welches sehr dünn ist, größere Festigkeit zu geben, ist ein Stück mit zwei Füßen und zwei Schrauben, die in 7a, Fig. 2, punctirt angegeben sind, in die Uhrplatte gesetzt. In diesem Stücke nun dreht sich der viereckige Zapfen, wodurch er verkürzt und zugleich die Achse verlängert wird; und darüber, so wie um das Loch herum, ist ein Theil umgebogen und rund gedreht, auf welchem ein anderes mit zwei Schrauben befestigtes Stück sitzt. Dieses trägt ein Rohr, auf welchem sich das Stundenrad dreht; das Rohr seines Zeigers sitzt auf demjenigen des Stundenrades. Diese Theile des Vorgeleges, welche zu klein sind, als daß sie in der Zeichnung angegeben werden können, sind ohne Erklärung sehr leicht verständlich.

Auf dem Wechselrade H, Fig. 4 und 2 sitzt ein großes, kupfernes Getriebe von 20 Triebstöcken, inwendig hohl ausgedreht und mit einer Schraube auf ihrer Unterlage befestigt. Die Chaussee trägt das Gegengewicht K, um den Minutenzeiger zu äquilibriren.

In den vier Ecken des Bockes, Fig. 4, sieht man hinten Scheiben, die hervorragen, wie in B D C A, von welchen jede von einer starken Schraube durchsetzt wird. Diese Scheiben allein ruhen auf dem Holze auf. Das Loch unter P, welches den Haken der Fig. 8 aufnimmt, muß von Vorn gefräßt werden, damit, wenn der Haken sich darin befindet, man es mit einer kleinen Platte P bedecken könne, wie in Fig. 4. Alle diese Theile sind nur in halber Größe dargestellt, aber es ist leicht, die Dimensionen zu verdoppeln, um auf diese Weise das richtige Verhältniß des Originals zu erhalten.

Durchmesser der Zapfen in 48steln einer Linie.

Vordere Zapfen in der Pfeilerplatte.

Erstes großes Rad	$\frac{55}{48}$
Großes Mittelrad	$\frac{30}{48}$
Kleines Mittelrad	$\frac{14}{48}$
Hemmungsrad	$\frac{10}{48}$
Anker	$\frac{10}{48}$

Zapfen in der kleinen oder hintern Uhrplatte.

Erstes großes Rad	$\frac{50}{48}$
Großes Mittelrad	$\frac{25}{48}$
Kleines Mittelrad	$\frac{14}{48}$
Hemmungsrad	$\frac{10}{48}$
Anker	$\frac{10}{48}$

Fig. 19 giebt die Ankerhemmung doppelt so groß, als sie wirklich angewendet worden, um an derselben die Form der Zähne besser bemerken zu lassen. Diese Hemmung ist also hier viermal größer, als in Fig. 3, die schon, gleich den anderen Figuren, hier um die Hälfte reducirt worden ist. Die Hebung beträgt $1\frac{1}{2}^{0}$ ($1\frac{1}{3}^{0}$ oder

$1\frac{1}{5}^{0}$ würde auch genügt haben). Das Ende der Zähne ist in der Richtung, welche hier in's Auge fällt, breit gelassen worden, um größere Festigkeit an den Spitzen zu behalten, und der Fall muß groß genug sein, um diese Dicke von dem Ende des Zahnes zu befreien; ja selbst die kleine Oberfläche außerhalb dieses Endes ist ein Wenig nach Hinterwärts geneigt, was man sehr gleichförmig mit Hülfe eines bekannten Instrumentes herstellen kann. Die vordere Ecke des Zahnes kann auf diese Weise äußerst scharf bleiben, ohne von ihrer Festigkeit zu verlieren. Je kleiner ein Anker ist, desto größere Präcision erheischt er an seinem Zapfen, in seinen Löchern und in seiner ganzen Ausführung.

Fig. 24, Zifferblatt mit 24 Stunden, dessen Größe in Verhältniß zu den Achsen des Calibers gebracht werden muß.

Fig. 20, Quecksilberpendel von halber Größe in allen seinen Theilen und von Vorn dargestellt; die Stücke **A C D** sind aus Kupfer; die Seitenstangen sind aus Stahl und in den Theilen **A D** eingepaßt, wo sie mit Stiften befestigt sind, welche ränderirte Köpfe haben. Der innere Platz des obern cylindrischen Loches **b** des Theiles **A** ist hier hinten angebracht und in der Figur nur durch Punctirung angegeben. Die Fig. 19 ist der obere und Fig. 26 der untere Theil des Triangels.

Das Stück 27, der Deckel des Glascylinders, muß bequem gehoben werden können, damit, wenn man den Stöpsel **L** herausgenommen hat, er leicht bis an die Regulirschraube gehoben und hier durch Stifte festgehalten werden kann, die man in die beiden oberen Löcher bringt, für den Fall, daß man den Glascylinder herausnehmen, oder ihn wieder an seinen Ort bringen will, wenn kleine Quantitäten Quecksilber herausgenommen, oder zugesetzt werden müssen. **F** ist ein Schwimmer aus Glas, der einen mit Gummi befestigten Stöpsel trägt, um ihn herausnehmen zu können. Das Gewicht des Quecksilbers beträgt ungefähr 10 Pfd. Hamburger Gewicht, und seine Höhe ist provisorisch angezeigt durch den

punctirten Schwimmer. Man bringt eine Scale aus geleimten Papier, oder sonst eine dergleichen an, welche dem Auge die Ausdehnungsbewegung des Quecksilbers anzeigt. Die Schraubenmutter, welche man isolirt in Fig. 25 sieht, ist in 20 Theile getheilt, deren jeder eine Zeitsecunde giebt, und wenn jeder Theil in 4 Theile unterabgetheilt wird, so kann man die Hälfte einer solchen Unterabtheilung auf eine Achtelsecunde schätzen. Die Schraube hat 5 Gänge auf die Linie.

Fig. 22 und 23 ist eine Art Trichter, in der Mitte der Pendelstange befestigt; wirft man in denselben ein Bleikorn von etwa 0,31 englischem Gran, so bewirkt man, daß die Uhr ungefähr um 0,03″ in 24 Stunden vorgeht. Hat man zu viel Bleigewicht zugelegt und geht die Uhr zu früh, so nimmt man Körner aus dem Trichter heraus, mit einem kleinen Stocke, den man am Ende mit weichem Wachs besetzt. Hierdurch wird bei einiger Vorsicht der Gang der Uhr nicht gestört. Das Zifferblatt, Fig. 24, ist um mehr, als die Hälfte des Originals verkleinert.

Die zur Genüge bekannte Structur des Ankers ist ganz vorzüglich bequem, um Steine anzuwenden, da man hier die Hebeflächen, so wie es Noth thut, leicht vor- oder zurücktreten lassen kann. Man findet hier die Dicke und die Befestigung dieser Steinflächen angegeben, nämlich in Fig. 21, wo dieses mittelst eines Fußes und 2 Schrauben bewerkstelligt ist; x a giebt eine etwas zu beträchtliche Dicke des Limbus des Hemmungsrades an.

In Fig. 25 ist der obere Theil des dreieckigen Stückes des oberen Rahmens dargestellt, in Fig, 26 die untere Portion desselben Theiles. b c die feste Nadel, oder der Zeiger der Abtheilungen der Schraubenmutter, welche in Fig. 25 isolirt und getheilt dargestellt war. Fig. 27, der Deckel des Glascylinders; Fig. 29 der untere Theil des Rahmens, welcher in seine runde Zarge die Basis des gläsernen Cylinders aufnimmt.

Die Getriebe für's Räderwerk enthalten 10 Triebstöcke, weil sie einfacher sind und mit einer ganz richti-

gen Theilmaschine hergestellt, nur an der Mittelpunctslinie führen, vorausgesetzt, daß die Zähne der Räder ziemlich massiv sind und dagegen die Triebstöcke etwas mager.

Der vordere Zapfen des Hemmungsrades läuft in einem Kloben, der bis nahe an das Zifferblatt reicht, was einen kürzeren Secundenzapfen, der weniger exponirt ist, gewährt, nun dessen Rad herausgenommen werden kann, ohne daß man das Gehäuse auseinander zu nehmen braucht. Die Putzen gewähren denselben Vortheil für das kleine Mittelrad und gestatten, z ae Zapfen zu schonen bei'm Zusammensetzen des Werkes.

Es war uns unbekannt, daß die Arme des Ankers, vor den früheren Stücken dieser Art von demselben Künstler ausgeführt, so sehr verkürzt worden waren, aber wir wollen nicht behaupten, daß nicht schon irgend ein anderer Künstler auf denselben Gedanken gekommen sei.

Wir haben gesehen, daß die Gabel seitlich an ihrem Ende eine Spindel trägt, auf welche zwar passend, jedoch ohne das geringste Schlottern ein langes und horizontales Stück gesetzt worden ist, welches in seiner Mitte die cylindrische Stahlspindel trägt, die in die Pendelstange eindringt. Das Ende dieses Stückes verlängert sich, um eine bewegliche Scheibe aufzunehmen, die an einer bestimmten Stelle befestigt wird, um die Gabel und zum Theil auch den Anker zu äquilibriren, indem sie ihren Unterstützungspunct auf dem Pendel nimmt. Das Loch der Pendelstange ist erst viel größer gebohrt, sodann in der Mitte seiner Tiefe mit einem sehr kurzen, messingenen Pfropfe versehen, welcher nur $\frac{1}{8}$ Linie Tiefe hat, gut abgedreht ist und dessen Dicke auch noch in Bezug auf die Reibung vermindert wird. Das Gegengewicht verhindert die Abnutzung des Zapfens an dieser Seite der Gabel. Die beiden Pfeiler am Untertheile des Gehäuses haben unten eine ebene, geschmirgelte Fläche in gleicher Höhe mit der Basis der Platten, damit das Anziehen der Schrauben unter dem Träger keine Verziehung der Platten bewirke. Die Schnur des punctirten Gewichtes, Fig. 20, ist ganz nahe am Mittelpuncte.

Um das wenige benöthigte Oel bloß an die Enden des Steigrades zu bringen, wendet Herr Kessels ein eben so einfaches, als zuverlässiges Mittel an, damit bloß die äußerste Spitze allein gefettet werde, und damit das Oel nicht fließen und sich ausbreiten könne. Wenn die Uhr im Gange ist, schon alle Zapfen geölt, aber die Zähne des Ankerrades noch trocken sind, bestreicht er die Fläche einer Uhrfeder, die einen Zoll lang geöffnet ist, dergestalt mit Oel, daß es kaum die Dicke von feinem Papiere besitzt. Alsdann wird diese Feder der untern Seite der Zähne des Ankerrades dargeboten; er läßt nun den hervortretendsten Theil der Zähne während eines Umlaufes berühren, den man zählen kann, weil die Gabel mit dem schwingenden Pendel in Verbindung steht, und weil das die Bewegung erzeugende Gewicht in Thätigkeit ist rc. Dieses wenige Oel an der Spitze der Zähne scheint, wenn die Uhr im Gange ist, nach Verlauf eines Jahres zu verschwinden und es bleibt nur sehr wenig Fett an den Berührungspuncten, welches später gänzlich zu verschwinden scheint. Dieses kann man auch mit den Ruhen und Hebeflächen aus Stein vornehmen, wo die Spitze der Zähne nicht greifen kann, obgleich sie, so zusagen, trocken geht.

Die Aufhängefeder, welche ausdrücklich aus einem einzigen Stücke in der Mitte gespaltenen Stahles gebildet ist, und wenigen Raum einnimmt, gestattet, das Pendel mehr seiner Bewegung zu nähern, bis auf den Abstand, welcher zwischen der Linse und dem Gewichte zu erhalten ist, welches in der Höhe desselben hinabgeschoben worden. Diese doppelte Feder ist auf ihrer obern Achse durch einen Stift befestigt, wie in der Figur zu sehen ist, und Herr Kessels behält diese einfache Anordnung bei, weil sie hinlängliche Festigkeit gewährt. Das ganze Gehwerk ist oben und an den Seiten zwischen drei kupfernen Platten eingeschlossen, die sich vom Bocke bis zum Zifferblatte ausbreiten. Eine andere Platte unten besteht aus zwei Theilen für den Durchgang der Gewichtsschnur.

Die Höhe der Quecksilbersäule beträgt 6″ 2½‴ französisches Maß mit einem Durchmesser von 21½‴; bei den größten Temperaturdifferenzen variirt sie um 2‴. Das einfache Gefäß, in welches die Bleikörner gethan werden, befindet sich 18½″ unter dem Mittelpuncte der Aufhängung. Dieses so einfache Mittel überhebt der großen Arbeit aller Theile eines Laufgewichtes.

Alles, was Herr Kessels im Interesse und für den Nutzen der Kunst mitgetheilt hat, scheint den Principien nach sehr gut begründet zu sein, aber was noch von größerem Werthe für die allgemeine Sicherheit ist, möchte der Umstand sein, daß diese Uhr durch Versuche in verschiedenen Climaten geprüft und bewährt erfunden ist, z. B. zu

Nicolajew
Dorpat
Moscau
Pulkowa } in Rußland.

Stockholm
Upsala
Lund } in Schweden.

Christiania in Norwegen.
Krakau in Oesterreich.
Kopenhagen in Dänemark.
Kensington in England.

Königsberg
Bonn am Rhein } in Preußen.

Hamburg.
Altona in Holstein.
Goldberg in Mecklenburg.
Brüssel in Belgien.
Kremsmünster in Oesterreich.

Senftenberg
Prag } in Böhmen.

Athen in Griechenland.

Vom Pendel.

Wer das Pendel erfunden hat, dieser Punct liegt, wie bei vielen andern Erfindungen, noch im Streite, und es ist nicht unsere Absicht, diesen Streit zu entscheiden. Das Pendel wurde, wie viele, vielleicht die meisten andern Entdeckungen und Erfindungen, wahrscheinlich von verschiedenen Personen, ganz unabhängig von einander und fast zu gleicher Zeit erfunden, als der Zustand der Wissenschaft für diese Erfindung reif geworden war. Jene schätzbare Eigenschaft des Pendels, die wir Isochronismus nennen, d. h., die Eigenschaft, verschiedene Bogen in ziemlich derselben Zeit zu durchlaufen (sobald nur keiner der Bögen groß ist), war lange vor der Zeit der frühzeitigsten von uns beschriebenen Uhren bekannt; denn die alten Astronomen des Morgenlandes sollen das Pendel zur Messung der Zeiten ihrer Beobachtungen angewendet haben, indem sie seine Schwingungen während der Phasen einer Verfinsterung oder eines Durchganges zählten und dieselben durch eine Anregung mit dem Finger belebten, wenn sie zu schwach wurden. Diese Kenntniß scheint indessen vor der Zeit Galilei's in Vergessenheit gerathen zu sein, wenn man der wohlbekannten Geschichte Glauben schenken darf, daß er auf den scheinbaren Isochronismus eines Leuchters aufmerksam geworden sei, welcher an einer langen Kette vom Gewölbe einer Kirche zu Florenz herabhing. Und der Sohn Galilei's erscheint als ein Nebenbuhler von Avicenna, Huygens, Dr. Hooke und eines Londoner Uhrmachers, Namens Harris, in Betreff der Ehre, zuerst das Pendel zur Regulirung der Bewegung eines Uhrräderwerks zu Anfang des siebenzehnten Jahrhunderts angewendet zu haben. Sei dem, wie ihm wolle, so scheint es doch geringem Zweifel zu unterliegen, daß Huygens der erste war, welcher mathematisch erforschte und deßhalb die wahre Natur dieser Eigenschaften des Pendels wirklich erkannte, die man jetzt in jedem mathematischen Werke über Mechanik erklärt finden kann.

Er entdeckte, daß, wenn ein einfaches oder mathematisches Pendel (d. h., ein Gewicht, welches aus einem einzigen Puncte besteht und an einem Stabe oder einer Schnur ohne Gewicht hängt) dahin gebracht werden kann, nicht einen Kreis, sondern eine Cycloide zu beschreiben, so daß die Schnur den Radius der Krümmung an ihrem tiefsten Puncte bildet, alle Schwingungen des Pendels, wie groß sie auch sind, in derselben Zeit vollendet werden. In kleinem Abstande vom Boden fällt der Kreis mit der Cycloide ziemlich zusammen; und daraus folgt, daß ein Pendel, welches wie gewöhnlich in einem Kreisbogen schwingt, für kleine Bögen hinlänglich isochronisch ist für die Zwecke der Zeitmessung, und ganz besonders, wenn Einrichtungen getroffen sind, die Variationen des Bogens zu compensiren, oder noch besser, sie gänzlich aufzuheben, indem sie die Kraft des Pendels so constant machen, daß der Bogen desselben niemals merklich variirt. Die Differenz zwischen der Schwingungszeit eines kleinen Kreisbogens und eines Cycloidenbogens, oder eines unendlich kleinen Kreisbogens variirt ziemlich wie das Quadrat des Kreisbogens; und die Differenz zwischen den Schwingungszeiten zweier kleinen und ziemlich gleichen Kreisbögen desselben Pendels variirt ziemlich wie der Bogen selbst. Wenn der Bogen a um den kleinen Betrag da vergrößert wird, so verliert das Pendel 10800 $a\,da$ Secunden täglich, was mehr als 1 Secunde beträgt, wenn a 2° (von Null) und da 10′ ist, indem der Zahlenwerth von $2^\circ = 0{,}035$ ist. Ist die Zunahme des Bogens beträchtlich, so kann man nicht mehr auf diese Weise mit Differentialen rechnen, sondern man muß die Zeitdifferenz für den ganzen Tag nehmen, nämlich $5400\,(a_1^2 - a^2)$, was gerade 8 Secunden beträgt, wenn $a = 2^\circ$ und $a_1 = 3^\circ$ ist. Mehre Jahre lang hielt man es für äußerst wichtig, cycloidische Uhrpendelschwingungen zu erlangen, und man bewerkstelligte dieses, indem man die Aufhängungsschnur oder Feder zwischen sogenannten cycloidischen Wan-

gen schwingen ließ. Aber man machte bald die Entdeckung, daß alles dieses Täuschung sei, und zwar

1) weil es in der That kein einfaches oder mathematisches Pendel giebt und geben kann, und nur cycloidische Wangen ein einfaches Pendel isochronisch schwingen lassen;

2) weil ein sehr geringer Fehler in der Form der Wangen (wie Huygens selbst entdeckte) weit mehr Nachtheil bringt, als der ganz unberichtigte Fehler des Kreisbogens, selbst bei einem Bogen von 10°, welcher weit größer ist, als die gewöhnlichen Bogen des Pendels;

3) weil immer einige Reibung oder Adhäsion zwischen den Wangen und der Schnur besteht; und

4) weil eine gewöhnliche Uhrenhemmung schon an und für sich in der Regel dahin wirkt, einen Fehler zu erzeugen, welcher demjenigen des Kreisbogens ganz entgegengesetzt ist, oder mit andern Worten dahin wirkt, daß das Pendel rascher schwingt, je größer seine Schwingungen werden; und deßhalb ist der Fehler des Kreisbogens (wie Herr Denison in den Cambridge Philosophical Transactions im Jahre 1848 gezeigt hat) in der That in der Art nützlich, daß er dem Fehler mit entgegenwirkt, der auf Rechnung der Hemmung kommt, und die Uhr geht besser, als es der Fall gewesen sein würde bei einem einfachen Pendel, welches die vollkommenste Cycloide beschreibt. Dieser Grund leidet gleiche Anwendung auf alle seit der Zeit erfundenen isochronischen Vorrichtungen. Zu gleicher Zeit läßt die dünne Feder, an welcher die Pendel immer aufgehangen werden, ausgenommen bei einigen französischen Uhren, wo eine seidene Schnur angewendet ist (ein weit übleres Auskunftsmittel), das Pendel ein Wenig vom Kreisbogen abweichen und sich der cycloidischen Bewegung annähern, weil die Biegung nicht an einer Stelle Statt findet, sondern sich über eine gewisse Länge der Feder verbreitet.

Der genaue Gang einer Uhr ist so wesentlich vom Pendel abhängig, daß wir uns mit demselben etwas ge-

nauer beschäftigen wollen. Zuerst ist nun die Schwingungszeit ganz abhängig von der Länge des Pendels, indem die Wirkung der Feder zu geringfügig ist, um in Betrachtung zu kommen, bis wir zu Differenzen einer höheren Ordnung gelangen. Aber die Zeit variirt nicht, wie die Länge, sondern nur, wie die Quadratwurzel der Länge, d. h., ein Pendel, welches zwei Secunden schwingt, muß viermal so lang sein, als ein Pendel, welches nur Secunden schwingt. Das Verhältniß zwischen der Zeit und der Länge eines Pendels wird auf folgende Weise ausgedrückt:

$$t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}},$$

wo t die Zeit in Secunden, π das wohlbekannnte Zeichen für 3,14159, welche Zahl das Verhältniß der Kreisperipherie zu ihrem Durchmesser bezeichnet, l die Länge des Pendels und g die Schwerkraft unter dem Breitengrade, wo das Pendel schwingen soll, ausdrücken. Dieser Buchstabe g ist nun in dem Breitengrade von London das Symbol für 32,2 Fuß, indem dieses die Geschwindigkeit ist (oder die Zahl der Fuße pr. Secunde), welche ein Körper, wie man durch Versuche gefunden hat, am Ende der ersten Secunde seines Falles durchläuft, was nothwendig die doppelte Zahl von Fußen beträgt, welche er in dieser Secunde durchlaufen ist. Die Länge eines Pendels, welches in London Secunden schwingen soll, beträgt folglich 39,14 Zoll. Bringt man aber dasselbe Pendel unter den Aequator, wo die Schwerkraft geringer ist, so würde es täglich $2\frac{1}{4}$ Minute verlieren.

Die Secunden, von denen hier die Rede ist, sind Secunden einer gewöhnlichen Uhr, welche **mittlere Sonnenzeit** anzeigt. Da man aber auch Uhren für Sternenzeit nöthig hat, so dürfte es zweckmäßig sein, die Verhältnisse zwischen einem Pendel für mittlere Sonnenzeit und einem solchen für Sternenzeit zu erwähnen. Ein Sternentag ist der Zeitraum zwischen zwei successiven Durchgängen durch den Meridian eines Ortes von dem

imaginären Puncte am Himmel, den man den ersten Punct des Widders zu nennen pflegt, da, wo sich der Aequator und die Ekliptik schneiden, und in einem Jahre ist ein Sternentag mehr als Sonnentage, indem die Erde während der Zeit, bis die Sonne zum zweiten Male in den Meridian gelangt, wegen der eigenthümlichen Bewegung der Erde in ihrer Bahn, den Tag über mehr, als einen ganzen Umlauf machen muß. Ein Sternentag oder eine Sternenstunde ist kürzer, als ein mittlerer Sonnentag oder Stunde in dem Verhältnisse von 0,99727 und folglich muß ein Pendel für Sternenzeit kürzer sein, als ein Pendel für mittlere Zeit in dem Quadrate dieses Verhältnisses, d. h., für den Breitengrad von London muß ein Secundenpendel für Sternenzeit 38,87 englische Zoll lang sein. Da wir erwähnt haben, was Null oder 24 Uhr nach Sternenzeit ist, so wollen wir auch hinzufügen, daß in der Astronomie der mittlere Tag auch nach 24 Stundeu gerechnet wird und nicht von Mitternacht an, wie im bürgerlichen Verkehre, sondern vom nächsten Mittage an; was deßhalb im gewöhnlichen Leben 11 Uhr Vormittags am 1. Mai ist, pflegt bei den Astronomen 23 Uhr am 30. April zu sein.

Man muß berücksichtigen, daß die Pendel, von deren Länge die Rede war, einfache oder mathematische Pendel sind; und da ein dergleichen Pendel ein Ding ist, welches nur in der Theorie vorkommen kann, so drängt sich dem Leser die Frage auf, wie man die Länge eines wirklichen Pendels, welches in irgend einer verlangten Zeit schwingen soll, ausmittelt. In jedem Pendel, oder vielmehr in jedem Körper, welcher so aufgehangen ist, daß er frei zu schwingen vermag, giebt es einen gewissen Punct, der immer ein Wenig unter dem Mittelpuncte der Schwere liegt, welcher folgende merkwürdige Eigenschaften besitzt: daß, wenn das Pendel umgekehrt und um diesen Punct in Schwingung versetzt wird, es seine Schwingungen in gleichen Zeiten wie zuvor vollendet; und außerdem drückt der Abstand dieses Punctes von dem Aufhängungspuncte genau die Länge des eingebildeten

einfachen Pendels aus, welches seine Schwingungen in derselben Zeit machen würde. Dieser Punct heißt deßhalb der Schwingungsmittelpunct. Die Regeln, um ihn durch Berechnung zu finden, sind, außer bei Körpern von gewissen einfachen und regelmäßigen Formen, für gewöhnlichen Gebrauch zu complicirt; aber zum Glück bedarf man ihrer in der Praxis nicht, weil bei allen Uhrpendeln der Schwingungsmittelpunct nur in geringem Abstand unter dem Mittelpuncte der Schwere des ganzen Pendels liegt und in der Regel dem Mittelpuncte der Schwere der Linse so nahe (in der That ein Wenig über ihm), daß es nicht schwer hält, ein Pendel für eine gegebene Schwingungszeit gleich von Vorn herein ziemlich genau in der gehörigen Länge herzurichten und es dann auf die Weise zu reguliren, daß man die Linse höher oder tiefer schraubt, bis man findet, daß sie ihre Schwingungen in der verlangten Zeit vollendet.

Bis jetzt haben wir nur von schwingenden Pendeln gesprochen, aber die Auskunft über Pendel würde unvollständig sein, ohne eine Erwähnung der umschwingenden oder conischen Pendel, wie man sie zu nennen pflegt, weil sie in ihrer Umdrehung einen Kegel beschreiben. Dergleichen Pendel werden angewendet, wenn man, statt einer unterbrochenen Bewegung einer ununterbrochenen des Uhrräderwerks bedarf, wie, z. B., bei den Uhrwerken, welche ein Aequator-Teleskop auf einen Stern gerichtet erhalten sollen, indem sie dasselbe in einer der Bewegung der Erde, mit deren Axe die Axe des Teleskops, um welche es sich dreht, parallel gemacht ist, entgegengesetzten Richtung führen. Uhrwerke mit solchen Pendeln kann man auch in Schlafzimmern solcher Personen anwenden, welche das Picken einer gewöhnlichen Pendeluhr nicht vertragen können. Statt an einer breiten Feder, hängt man dieses Pendel an einem dünnen Stücke Clavierdraht auf. Dabei versteht sich's von selbst, daß derselbe keine Neigung habe, sich um seine Axe zu drehen, wodurch, wie man befürchten könnte, der Draht abgedreht wird. Wenn es erforderlich wäre, eine solche Drehung zu bewirken, so würde

in der That eine besondere Kraft dazu nöthig sein. Die Umdrehungszeit eines umlaufenden Pendels kann leicht auf folgende Art ausgemittelt werden:

Es sei l die Länge des Pendels, a der Winkel, den es mit der verticalen Axe des beschriebenen Kegels bildet, ω die Winkelgeschwindigkeit: so ist alsdann die Centrifugalkraft $= \omega^2 l \sin. a$; und da dieses die Kraft ist, welche das Pendel aus der Verticallinie entfernt, so muß sie auch die Kraft ausgleichen, die dasselbe nach der Verticallinie führt und auszudrücken ist durch g tang. a; und deßhalb ist $\sqrt{\frac{g}{l \cos. \vartheta}} = \omega$, die Winkelgeschwindigkeit, oder der in 1 Secunden Zeit beschriebene Winkel; und die Zeit einer vollständigen Umdrehung durch den Winkel von 360° oder

$$2\pi \text{ ist } \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{l \cos. a}{g}},$$

d. h., die Zeit der Umdrehung eines Pendels von einer gegebenen Länge ist geringer als die Zeit einer doppelten Schwingung desselben Pendels und zwar im Verhältniß des Cosinus des Winkels, den es mit der Umdrehungsaxe bildet, zur Einheit.

Ein umlaufendes Pendel wird von einem Räderwerke in Bewegung erhalten, dessen letztes horizontales Rad eine verticale Axe hat, von welcher ein Arm vorragt, welcher gegen einen Stift am untern Theile des Pendels drückt; und es ist damit der Nachtheil verbunden, daß jede Ungleichheit in der Kraft des Räderwerkes, welche von Variationen der Reibung oder irgend einer andern Ursache herrührt, sogleich auf's Pendel übergetragen wird; dagegen werden wir finden, daß bei mehren Arten der Hemmung, die sich bei einem schwingenden Pendel anwenden lassen, die Veränderungen der Kraft ziemlich oder ganz unmerklich gemacht werden können. Auch ist es ein Irrthum, anzunehmen, daß in einem conischen Pendel, ähnlich wie bei dem Regulator einer Dampfmaschine, eine sich selbst berichtigende Kraft ent-

halten sei; denn der gedachte Apparat, obschon er aus ein Paar conischen Pendeln zusammengesetzt ist, steht auch durch ein Hebelsystem mit der Klappe in Verbindung, welche den Dampf liefert. Auch den Regulator-Apparat hat man an Uhrwerken zur Teleskopführung angebracht und zwar mit einem Hebel, welcher in eine Feder ausläuft, die durch Reibung auf eine umlaufende Platte in der Uhr wirkt, die Reibung vermehrt und so die Kraft vermindert, sobald die Kugeln des Regulators bei irgend einer Zunahme der Kraft weiter auseinanderfliegen. Und mit der Hinzufügung irgend einer Verbindung mit der Hand des Beobachters, wodurch die Wirkung noch weiter moderirt werden kann, läßt sich die Bewegung für diesen Zweck hinlänglich gleichförmig machen, obschon für ein Uhrwerk, welches ohne weitere Aufsicht beständig im Gange bleiben soll, noch einige weitere Vorkehrungen sich nothwendig machen, wie in dem Werke des Herrn Denison in dem Capitel: Räderaufzüge, erklärt ist. Man hat sogar den Vorschlag gemacht, eine gleichförmige Beweguug des Uhrräderwerks durch ein schwingendes Pendel mittelst eines Krummzapfens an einem Rade zu erlangen, welches in zwei Pendelschlägen umläuft nnd mit demselben durch eine so lange Stange verbunden ist, daß man dieselbe immer als ziemlich horizontal betrachten kann; denn bei näherer Untersuchung wird man finden, daß die horizontale Geschwindigkeit irgend eines Punctes in einem Pendel, welches frei schwingt, in demselben Verhältnisse variirt, wie derjenige des Endes eines Krummzapfens, welcher sich gleichförmig umdreht. Aber dieser Vorschlag läßt sich in der Praxis nicht ausführen, weil jede Zunahme der Kraft des Räderwerkes sogleich das Pendel veranlassen würde, seinen Bogen und seine Geschwindigkeit zu vermehren, und die Bewegung des Krummzapfens würde nicht länger gleichförmig sein, sondern am Ende jeder Schwingung gehemmt werden; und wenn die Kraft vermindert würde, so würde auch das Pendel nicht weit genug auseinanderfliegen, um den

Krummzapfen über die todten Puncte zu bringen; das Uhrwerk würde folglich stillstehen.

Die Aufhängung des Pendels.

Die Aufhängung des Pendels auf sogenannte Messerschneiden, wie es bei der Waage zu geschehen pflegt, hat oft ihre Vertheidiger gefunden. Aber obschon diese Art der Aufhängung für kurze Experimente, bei denen die Wirkungen der Elasticität der Feder ganz beseitigt werden müssen, sehr zweckmäßig sein mag, so eignet sie sich doch nicht für den vorliegenden Zweck, selbst, wenn die Messerschneiden und die Platten, von welchen dieselben getragen werden, aus den härtesten Steinen gefertigt würden.

Es hat auch einer der größten theoretischen und practischen Astronomen, Ritter v. Bessel in Königsberg, in seiner classischen Abhandlung „über die Länge des einfachen Secundenpendels," Berlin 1828, durch die ausgedehntesten Experimente und scharfsinnigsten Untersuchungen nachgewiesen, nicht nur: daß auch mit der möglichsten mechanischen Vollendung gearbeitete Schneiden dennoch die Schwingungszeit eines Pendels zu verändern im Stande sind, sondern, daß sich die Figur der Schneiden auch bei den allerzartesten Experimenten im Beobachtungssaale der Sternwarte durch auch nur kurze Zeit fortgesetzten Gebranch beständig ändert. Er hat zugleich den Einfluß der Federkraft des Fadens oder der Feder (an welcher das Pendel aufgehängt ist) auf seine Figur und die Schwingungszeit des Pendels mit aller möglichen analytischen Schärfe entwickelt, wodurch mit aller Gewißheit ausgemacht worden ist, daß die rationelle, richtige Anwendung einer Feder zur Aufhängung des Pendels allein die Unveränderlichkeit seiner Schwingungen von dieser Seite verbürge.

Eine Aufhängung auf Frictionsräder, oder den kleinen Theil des ganzen Rades, welcher dazu erfordert

wird, ist auch, aber nur in zwei Fällen von dem verstorbenen Herrn Vulliamy angewendet worden, unter einer irrigen Voraussetzung in Betreff der Art der Compensation, die sich sowohl für die Feder, als für die Pendelstange, wenn sie von beträchtlicher Größe ist, in Betreff der Temperatur nothwendig machte. Diese Aufhängung kann ohne Zweifel dahin gebracht werden, daß sie dem Zwecke entspricht; da sie aber außerordentliche Feinheit der Adjustirung erheischt, große Kosten verursacht und keinen entsprechenden Vortheil vor der gewöhnlichen Methode gewährt, so wird sie wahrscheinlich nicht wieder in Anwendung kommen. Die Aufhängung, welche jetzt allgemein in allen Uhren gebräuchlich ist, mit Ausnahme solcher, wo noch ein Faden in Anwendung kommt, ist eine dünne und kurze Feder, deren eines Ende in dem Kopfe des Pendels befestigt und das andere zwischen zwei Metallstücken eingeschraubt wird, durch welche ein Stift läuft, der fest in einer Rinne im Kloben ruht, welcher das Pendel trägt. Die unverrückbare Lage dieses Klobens ist eine wesentliche Bedingung für den richtigen Gang der Uhr. Je dünner die Feder, desto besser, sobald sie nur stark genug ist, das Pendel zu tragen, ohne über ihre Elasticität hinaus gebogen, oder vielleicht gekrümmt zu werden. Es ist aber selten Gefahr vorhanden, daß dieses in der Praxis vorkomme. Die Pendelfedern sind weit öfterer zu dick, als zu dünn, und es verdient bemerkt zu werden, daß, abgesehen von ihrer größeren Wirkung auf die natürliche Schwingungszeit des Pendels, dicke und schmale Federn leichter brechen, als dünne und breite von derselben Stärke. Es ist von großem Belang, daß die Feder von gleichförmiger Dicke in ihrer ganzen Breite sei; und der Boden der Metallstücke, welche die Feder tragen, muß ganz horizontal sein, sonst wird das Pendel während seines Schwingens sich drehen, wie man bei schlecht gearbeiteten Uhren oft zu sehen Gelegenheit hat.

Dem Körper des Pendels pflegte man noch bis unlängst in der Regel die Gestalt einer Linse zu geben,

weil man glaubte, daß dieselbe die Luft mit geringerem Widerstande durchschneide. Nachdem man aber die Entdeckung gemacht hatte, daß es von Belang sei, den Pendelkörper schwer zu machen, fand man es für nöthig, eine Form von soliderem Inhalte, im Verhältnisse zu seiner Oberfläche, zu wählen. Es wurde zuweilen eine Kugel in Anwendung gebracht, aber die Gestalt derselben ist nicht gut, weil ein geringer Fehler in der Anbringung des Loches für die Pendelstange eine nachtheilige Differenz im Betrage des Gewichts auf den beiden Seiten zur Folge hat und eine Neigung des Pendels, sich während seiner Bewegung zu drehen, hervorbringt. Das Pendel mit Quecksilbergefäß brachte auf die cylindrische Form, welche jetzt bei astronomischen Uhren allgemein in Anwendung ist. Neuerdings hat man sie auch bei den besten Thurmuhren mit einer runden Kappe in Anwendung gebracht, um zu verhüten, daß ein Stückchen Mörtel oder Schmutz auf das Gefäß falle und auf demselben liegen bleibe, wodurch die Schwingungszeit verändert werden würde; auch hat man geglaubt, daß das Gefäß so ein besseres Aussehen habe, als ein Cylinder mit flachem Obertheil.

Für das Gewicht der Pendel läßt sich keine Regel geben. Weiter unten wird gezeigt werden, daß, welche Hemmung man auch anwenden möge, die Fehler, welche von einer Veränderung der Kraft herrühren, auszudrücken sind in Brüchen, welche das Gewicht und die Länge des Pendels zum Nenner haben, obschon einige Arten der Hemmungen ein schweres Pendel erheischen, um ihre Fehler weit weniger als andere zu corrigiren. Und da ein schweres Pendrl sehr wenig Kraft mehr erheischt, um es in Bewegung zu erhalten, als ein leichtes, weil es von dem Widerstande der Luft weniger afficirt wird, so kann man fast sagen, daß je schwerer und länger ein Pendel gemacht werden kann, desto besser. In jedem Falle wird die einzige Grenze bloß durch die Zweckmäßigkeit bedingt. So würde, z. B., ganz unzweckmäßig sein, ein großes Pendel von 100 Pfund Gewicht in dem Gehäuse

einer astronomischen oder einer gewöhnlichen Hausuhr anzubringen. Man kann vielleicht die Regel aufstellen, daß keine astronomische Uhr oder Regulator, wie man sie auch zu nennen pflegt, so gut gehen werde, als man von solchen Uhren erwartet, mit einem Pendel von weniger als 12 Pfund Schwere, und keine Thurmuhr mit weniger als einem Centner Schwere. Lange Pendel bekommen in der Regel schwerere Körper oder Linsen, als kurze; und eine solche Uhr, wie für das Parlament mit einem Zwei-Secundenpendel von 6 Centnern muß vierundvierzigmal so gut gehen, als eine kleine Thurmuhr mit einem Ein-Secundenpendel von 60 Pfund. Pendel, welche länger als 14 Fuß sind (sogenannte Zwei-Secundenpendel) sind unzweckmäßig, erfahren leicht Störungen vom Winde und lassen sich gar nicht, oder wenigstens mit großen Kosten, compensiren, und sind jetzt gar nicht mehr gebräuchlich. Eine alte Uhr mit einem Pendel von 56 Fuß Länge (einem Vier-Secundenpendel) wurde neulich von der Halifax-Kirche entfernt und ersetzt durch eine andere mit einem compensirten Pendel von 8 Fuß Länge. Dabei war die Uhr so, wie wir sie werden beschreiben, wenn wir zu den Thurmuhren kommen.

Die Regulirung des Pendels.

Die Regulirug des Pendels, oder ihre genaue Adjustirung auf die gehörige Länge, wird fast immer durch eine Nnß am Ende der Pendelstange bewerkstelligt, durch welche die Linse höher oder tiefer geschraubt werden kann. An den besten Uhren ist der Rand dieser Nuß genau getheilt mit einem Inder über demselben, so daß die genaue Quantität des Steigens oder Fallens oder die genaue Beschleunigung oder Retardation erkannt werden kann, indem der Betrag, welcher auf eine einzige Umdrehung der Nuß kommt, vorher ausgemittelt worden ist. Durch die Berechnung, die wir für die Compensation der Pendel weiter unten angeben werden, wird ersichtlich, daß

wenn die Länge der Pendelstange l und die Breite eines Schraubenganges dl genannt wird, alsdann eine Umdrehung der Nuß das Verhältniß des Ganges der Uhr um $43200 \frac{dl}{l}$ Secunden pr. Tag verändern wird, was gerade 30 Secunden beträgt, wenn die Pendelstange 45 Zoll lang ist und die Schraube 32 Gänge oder Gewinde auf den Zoll hat. Soll die Uhr schneller gehen, so muß die Nuß immer nach Rechts gedreht werden und umgekehrt, wenn sie langsamer gehen soll. Aber bei astronomischen und bei großen Thurmuhren ist es wünscheuswerth, das Anhalten der Uhr, oder die Störung der Pendelschwingung auf jede Weise zu vermeiden, und man wendet deßhalb andere Methoden der Regulirung für die feinern Adjustirungen an. Das beste Mittel besteht darin, dem Pendel ein Halsband zu geben, wie in Fig. 30 ersichtlich ist, auf welches man ungefähr in der Hälfte des Pendels ganz kleine Gewichte auflegen kann, indem dieses der Ort ist, wo die Hinzufügung eines geringen Gewichtes die größte Wirkung hervorbringt, und wo, wie zugleich bemerkt werden muß, eine geringe Verschiebung dieses Gewichtes an der Stange nach Aufwärts oder Niederwärts die geringste Wirkung hervorbringt. Setzt man hier dem Gewichte des Pendels $\frac{1}{10000}$ seines Gewichtes zu, so wird das Pendel um etwas mehr als eine Secunde pr. Tag beschleunigt, oder ein Zusatz von 10 Gran bringt diese Wirkung auf ein Pendel von 15 Pfund Schwere hervor (7000 Gran sind aber 1 Pfund), oder 1 Unze bringt diese Wirkung auf ein Pendel von 6 Centner hervor. Diese kleinen Gewichte kann man nun leicht abnehmen und auflegen, ohne Gefahr zu laufen, das Pendel zu stören. Die Gewichte sollten in einer Reihenfolge bereit gehalten und mit $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1, 2 bezeichnet werden, je nach der Zahl der Secunden, um welche das Pendel pr. Tag beschleunigt werden soll, und das Pendel muß Anfangs so adjustirt werden, daß die Uhr ein Wenig zu langsam geht, vielleicht täglich eine Secunde, wenn keine Gewichte auf dem Halsbande liegen,

so daß immer irgend ein Gewicht auf dem Halsbande liegt, welches man von Zeit zu Zeit, je nachdem sich der Gang der Uhr verändert, vermindern oder vermehren kann.

Die Compensation des Pendels.

Bald nachdem die Pendel an den Uhren allgemein in Gebrauch gekommen waren, machte man die Entdeckung, daß sie, abgesehen von der Wirkung der Uhr auf dieselben, in sich selbst eine Fehlerquelle enthielten und daß sie bei warmer Witterung zu langsam, bei kalter dagegen zu schnell gehen, weil alle die Substanzen, aus denen sie gefertigt werden konnten, mit der Zunahme der Temperatur sich ausdehnen. Wenn l die Länge eines Pendels, und dl die geringe Ausdehnung desselben in Folge höherer Wärme, t die Zeit der Schwingung des Pendels l, und $t + dt$ diejenige des Pendels $l + dl$ ist, dann ist $\frac{t + dt}{t} = \frac{\sqrt{l + dl}}{\sqrt{l}} = 1 + \frac{dl}{2}$, da $\left(\frac{dl}{l}\right)^2$ vernachlässigt werden kann als sehr klein; oder $dt = \frac{t\,dl}{2l}$; und der tägliche Zeitverlust einer Uhr wird $43200 \frac{dl}{l}$ Secunden sein. Folgendes ist eine Tabelle der Werthe $\frac{dl}{l}$ für 10^0 Wärme bei verschiedenen Substanzen:

Tannenholz	0,000024
Flintglas	0,000048
Stangenstahl	0,000064
Stangeneisen	0,00007
Messing	0,00010
Blei	0,00016
Zink	0,00017
Quecksilber (im Volumen, nicht in der Länge)	0,00100

Da man die Tabellen über die Ausdehnung der Metalle, welche sich auf die Versuche von Laplace und Lavoisier gründen, mit Recht wohl für sehr vollkommen halten kann, so theilen wir sie hier ebenfalls mit.

Tabelle über das Verhältniß der Ausdehnung mehrer Metalle, vom Eispuncte des Wassers bis zum Siedepuncte, wenn man annimmt, daß die Länge der Stange, welche zum Versuche gebraucht wird, 1,000000 am Eispuncte sei.

Metalle am Siedepuncte des Wassers.	Ausdehnung in Decimalbrüchen.	Ausdehnung in gewöhnlichen Brüchen.
Platin	0,000857	$\frac{1}{1167}$
Nicht gehärteter Stahl .	0,001079	$\frac{1}{927}$
Weiches Schmiedeeisen .	0,001220	$\frac{1}{819}$
Gezogenes Rundeisen .	0,001235	$\frac{1}{810}$
Gold, Pariser Probe .	0,001552	$\frac{1}{644}$
Messing	0,001878	$\frac{1}{533}$
Feines Silber	0,001910	$\frac{1}{524}$
Blei	0,002848	$\frac{1}{351}$
Zink	0,002942	$\frac{1}{340}$
Quecksilber	0,018100	$\frac{1}{55}$

Längenausdehnung folgender Metalle, vom Eispuncte bis zum Siedepuncte des Wassers, für Stangen, die eine Toise oder einen französischen Faden lang sind.

Eisen	1,054	Linien
Messing	1,623	„
Zink	2,542	„
Quecksilber	15,638	„

Welches an Ausdehnung beträgt für einen Zoll von:

Eisen	0,0146	Linien
Messing	0,0225	„
Zink	0,0353	„
Quecksilber . . .	0,2172	„

So würde, z. B., ein gewöhnliches Pendel mit einer Stange von gezogenem Eisen 34200 $\times$ 0,00007 = 3 Secunden pr. Tag für 10° Wärme verlieren, und wenn es für Wintertemperatur adjustirt wäre, so würde es ungefähr eine Minute pr. Woche im Sommer zu langsam gehen, sobald nicht in der Uhr etwas sich ereignet, welches eine Gegenwirkung hervorbringt, wie es der Fall sein kann, wovon wir uns überzeugen werden, wenn wir zu den Hemmungen kommen. Wir bedürfen deßhalb einer Vorrichtung, welche denjenigen Punct des Pendels, von welchem seine Schwingungszeit abhängt, nämlich den Schwingungsmittelpunct immer in derselben Entfernung von dem Aufhängungspunct erhält. Eine große Menge solcher Vorrichtungen sind angegeben worden, aber von nur dreien derselben kann man sagen, daß sie in allgemeinen Gebrauch übergegangen sind. Das alte Rostpendel, welches aus 9 abwechselnden Stäben von Messing und Stahl gefertigt wurde, gehört nicht zu denselben, indem es durch ein anderes aus Zink und Eisen ganz nach demselben Princip, nur weniger Stäbe erfordernd, weil das Zink sich stärker ausdehnt, als das Messing, verdrängt worden ist. Obgleich dieses Pendel das neueste unter den Compensationspendeln ist, weil die Verarbeitung des Zinks eine neue Kunst ist, so wollen wir es doch zuerst beschreiben. Und da der Schwingungsmittelpunct bei allen Uhrpendeln ziemlich mit dem Mittelpuncte der Linse zusammenfällt, so kann man in practischer Hinsicht sagen, daß der Zweck der Compensation darauf hinausläuft, die Linse immer in derselben Höhe zu erhalten. Fig. 30 ist ein Durchschnitt des Pendels der oben erwähnten großen Westminster-Uhr. Der eiserne Stab, der sich von Oben bis nach Unten erstreckt, endigt in eine Schraube mit einer Nuß oder Schraubenmutter N, um

die Länge des Pendels zu adjustiren, nachdem man dieselbe durch Berechnung so genau, wie möglich, ausgemittelt hat. Auf dieser Schraubenmutter sitzt ein Halsband M, welches sich auf dem Stabe ein Wenig verschieben läßt, aber wegen eines Stiftes, welcher durch die Stange läuft, verhindert ist, sich zu drehen. In einer Vertiefung oder einem ringförmigen Canale oben in diesem Halsbande sitzt eine Zinkröhre von 10 Fuß 6 Zoll Länge und ziemlich $\frac{1}{2}$ Zoll Dicke, aus 3 Röhren zusammengesetzt, die sämmtlich mit einander gezogen worden sind, so daß sie eine einzige Röhre bilden; denn es muß bemerkt werden, daß man sich auf gegossenes Zink nicht verlassen kann, weßhalb dasselbe gezogen werden muß. Oben an dieser Röhre oder hohlen Säule sitzt ein anderes Halsband mit einer ringförmigen Ausfehlung, wie unten bei M. Der Zweck dieser Ausfehlungen besteht darin, die Zinksäule an ihrer Stelle zu erhalten, ohne daß sie die innere Stange berührt, indem Berührung Reibung erzeugen könnte, welches ihre relative Bewegung in Folge der Ausdehnung und der Zusammenziehung stören möchte. Um das Halsband C ist eine weite eiserne Röhre geschraubt, die ebenfalls das Zink nicht berührt, und ihr unteres Ende sitzt locker auf dem Halsbande M; und um ihre Außenseite hat sie noch ein anderes eigenes Halsband D, auf welchem die Pendellinse sitzt. Die eiserne Röhre hat an jeder Seite eine Menge großer Oeffnungen, damit die Luft an die Zinkröhre gelangen kann. Ehe diese Einrichtung getroffen war, fand man, daß die Compensation erst einen oder zwei Tage nach den Temperaturveränderungen sich einstellte, indem die eiserne Stange und Röhre exponirt, die Zinkröhre dagegen eingeschlossen war, ohne das Eisen zu berühren.

Der untere Theil der Linse ist 14 Fuß 11 Zoll von dem oberen Theile der Feder A entfernt, und die Linse selbst mit ihrem domförmigen Aufsatze ist 18 Zoll hoch und 12 Zoll im Durchmesser. Da das Pendel ein sogenanntes Zwei-Secundenpendel ist, so liegt sein Schwingungsmittelpunct 13 Fuß vom obern Ende A, also sehr

nahe dem Mittelpuncte der Schwere des Pendels und höher als gewöhnlich über dem Mittelpuncte der Schwere der Linse, wegen des großen Gewichtes der Compensationsröhren. Das ganze Pendel wiegt 682 Pfund, was halb soviel ist, als das Pendel von Vulliamy's Post-office-Uhr, welches Pendel vorher wahrscheinlich das schwerste in der Welt war, aber es ist nur ein hölzernes mit einer eisernen Linse.

Dieselben Verhältnisse gelten auch für kleinere Zink-Compensationspendel, indem die Zinkröhre und die eiserne Röhre immer beinahe ⅔ von der Länge der Hauptstange ausmachen. Die compensirende Wirkung ist offenbar folgende: die eiserne Stange und Röhre lassen beide die Linse, wenn sie sich ausdehnen, hinabtreten, und die Zinksäule schiebt sie empor. Da nun das Verhältniß der Ausdehnung des Eisens zum Zink sich wie 0,41 verhält, so wird man finden, daß durch die obigen Verhältnisse der Schwingungsmittelpunct in derselben Höhe bleibt, und die Erfahrung hat die Berechnung bestätigt, indem das Pendel jetzt (1854) bereits zwei Jahre in Herrn Dent's Fabrik im Gange ist.

Die zweite gebräuchliche Art von Compensationspendeln ist noch einfacher, aber nicht so genau oder sicher in ihrer Wirkung. Es besteht bloß aus einer hölzernen Stange mit einem langen bleiernen Gewichte, welches am Ende der Stange auf einer Schraubenmutter sitzt. Aus der obigen Tabelle würde sich ergeben, daß dieses Gewicht bei einem Ein-Secundenpendel 14 Zoll hoch sein müßte; aber die Ausdehnung des Holzes ist so unsicher, daß man sich auf dieses Verhältniß nicht hat verlassen können, und ein etwas kürzeres Gewicht soll in der Regel eine richtigere Compensation gewähren. Wir sind der Meinung, daß alle diejenigen, welche hölzerne Pendelstangen genau geprüft haben, endlich zu derselben Folgerung, wie schon vor langer Zeit Herr Reid, kommen werden, daß sie in ihrer Wirkung sehr abweichend sind und sich folglich für die höchste Classe von Uhren nicht eignen.

Die beste von allen Compensationen ist ohne Zweifel die Quecksilber-Compensation, die vor etwa 100 Jahren von George Graham, einem Londoner Uhrmacher, erfunden worden ist, der auch die wohlbekannte ruhende Hemmung für Pendeluhren und auch die horizontale oder Cylinderhemmung für Taschenuhren, die weiter unten erklärt werden soll, erfunden hat. Die beste Form des Quecksilberpendels ist diejenige, welche der verstorbene Herr Dent eingeführt hat, bei welcher das Quecksilber in einem gußeisernen Gefäße oder Cylinder eingeschlossen ist, in welchem oben die stählerne Stange dergestalt eingeschraubt ist, daß ihr Ende in das Quecksilber selbst eintaucht. Bei dieser Einrichtung nehmen das Quecksilber, die Stange und das Gefäß bei jeder Temperaturveränderung sämmtlich weit genauer die neue Temperatur zu gleicher Zeit an, als wenn das Quecksilber sich in einem Glasgefäße befindet, welches an einem sogenannten Bügel am Boden der Stange hängt. Außerdem kann man das Pendel mit größerer Sicherheit transportiren, und das Gefäß kann auf der Drehbank vollkommen cylindrisch abgedreht und dann auch luftdicht gemacht werden, so daß das Quecksilber in demselben gegen Oxydation geschützt ist; und wenn es sich nöthig macht, kann man das Quecksilber im Gefäße erhitzen, um alle Feuchtigkeit auszutreiben, ohne daß man dabei Gefahr läuft, das Gefäß zu zerbrechen. In einem gußeisernen Gefäße von 2 Zoll Durchmesser ist eine Quecksilberhöhe von ungefähr 6½ Zoll erforderlich; denn bei Berechnung des Steigens des Quecksilbers muß man in Erwägung ziehen, daß das Gefäß selbst sich seitlich ausdehnt, und diese Ausdehnung ist von derjenigen des Quecksilbers in seinem Volumen abzuziehen.

Es giebt noch mehre andere Arten der Compensation, die man in dem oft citirten Werke des Herrn Denison und in andern Büchern beschrieben finden kann. Da aber das Quecksilber unstreitig die beste, obgleich theuerste Compensation gewährt, und das Pendel aus Zink und Eisen nicht nur allein besser, sondern auch

wohlfeiler, als alle die andern sind, so wollen wir hier mit ihrer Beschreibung keinen Raum verlieren. Wir wollen nur noch diejenigen Personen, die von der scheinbaren Einfachheit jener Classe von Compensationen entzückt sind, bei welcher die Pendelfeder durch einen Schlitz emporgeschoben wird, so daß sie sich verkürzt, wenn die Länge des Pendels zunimmt, darauf aufmerksam machen, daß man sich auf diese Methode in keiner ihrer Formen verlassen kann. Auch alle die Compensationen, die vor mehren Jahren von Herrn Ellicott erfunden worden sind und auf dem Grundsatze des Hebels beruhen, sind eben so täuschend und unsicher, obschon diese Art der Compensation, wie auch die Methoden, nach welchen sich die Feder verkürzt, von den französischen Uhrmachern noch nicht ganz aufgegeben worden ist, wenigstens war es zur Zeit der großen Ausstellung im Jahre 1851 noch nicht der Fall.

Wir erwähnten unlängst der Wirkung der Feder auf die Schwingungszeit. Wie dünn dieselbe auch immer sei, so trägt sie doch dazu bei, das Pendel in raschere Bewegung zu versetzen, als wenn es auf Messerschneiden aufgehängt wäre; und da alle Federn um desto steifer sind, je kälter die Temperatur ist, so bewirkt die Feder, daß das Pendel bei kalter Witterung etwas schneller gehe, als bei warmer, obschon in weit geringerem Grade, als die Längenveränderung des Pendels selbst.

Es ist unmöglich, irgend eine Regel zu geben für die Compensation, welche sich in dieser Hinsicht nöthig macht, außer solche vielleicht, die sich aus einer großen und sorgfältig angestellten Reihe von Versuchen mit Pendeln und Federn von verschiedener Größe ableiten lassen. Der verstorbene Herr Dent theilte in einer Abhandlung mit, welche er im Jahre 1840 der British Association vorlas, daß er gefunden habe, eine Feder, wie man sie gewöhnlich zu den Pendeln astronomischer Uhren anwende, bedürfe ungefähr noch $\frac{1}{7}$ derjenigen Compensation, die man für die Stange in Anwendung bringt. Es verdient bemerkt zu werden, daß diese Wirkung bei einem

kurzen Pendel weit größer ist, als bei einem langen; bei einem Zweisecundenpendel von beträchtlicher Schwere scheint man sie kaum bemerken zu können, wenn die Feder nicht mehr, als die gewöhnliche Dicke besitzt.

Hemmungen.

Die Hemmung ist derjenige Theil der Uhr, in welchem die rotirende Bewegung der Räder in die schwingende Bewegung der Unruhe, oder des Pendels verwandelt wird, welches durch die eine oder die andere Vorrichtung dahin gebracht wird, daß es einen Zahn des geschwindesten Rades im Räderwerke bei jeder Schwingung entweichen läßt; und deßhalb heißt dieses Rad das Hemmungsrad. Fig. 31 zeigt die Form der frühzeitigsten Uhrhemmungen, wenn man sie von der Seite betrachtet, so daß die Arme, an welchen sich die beiden Kugeln befinden, in einer horizontalen Ebene schwingen können. In diesem Falle bilden die Arme und Gewichte einen Balancier, und je weiter die Gewichte von einander entfernt sind, desto langsamer werden die Schwingungen sein. Drehen wir die Hemmung so, wie sie hier steht, und denken uns das oberste Gewicht weg, so stellt sie die frühzeitigste Form der Pendeluhr mit dem Kronrade oder der Spindelhemmung dar. C A und C B sind zwei flache Stücken Stahl, Palletten, oder Lappen genannt, die aus der Achse in rechten Winkeln zu einander hervorragen, die eine derselben über die vordere Seite des Rades, wie es eben steht, und die andere über die hintere Seite. Der Zahn D entweicht eben unter der vordern Pallette C A, und zu gleicher Zeit fällt an der Hinterseite des Rades der Zahn auf die andere Pallette C B ein Wenig über ihrem Rande. Aber das Pendel, welches jetzt nach Rechts schwingt, steht nicht sogleich still, sondern schwingt ein Wenig weiter (sonst würde der geringste Verlust in der Kraft des Räderwerkes die Uhr zum Stillstand bringen, indem der Zahn des Rades nicht entweichen würde), und

da dieses der Fall ist, so wird es begreiflich, daß die Pallette B das Rad ein Wenig zurücktreiben wird, wodurch das sogenannte Zurückfallen entsteht. Diese Erscheinung ist bei einer gewöhnlichen Uhr mit einem Secundenzeiger und dieser Hemmung oder derjenigen, welche zunächst beschrieben werden soll, ganz deutlich bemerkbar.

Wenn man die Fig. 31 betrachtet, so wird man finden, daß die Pallette B sich durch einen beträchtlichen Winkel drehen muß, ehe der Zahn entweichen kann, mit andern Worten, die Kronradshemmung erheischt eine weite Pendelschwingung. Dieses ist in mehren Hinsichten an derselben zu tadeln: 1) weil sie eine große Kraft im Räderwerke und einen großen Druck und folglich auch Reibungen an den Palletten nöthig macht. Außerdem bewirkt aber, wie wir schon früher erklärt haben, eine Veränderung in einem großen Bogen eine weit größere Veränderung der Schwingungszeit, die auf den Kreisbogenfehler kommt, als eine gleiche Veränderung eines kleinen Bogens. Die Kronradhemmung kann allerdings so eingerichtet werden, daß sie einen mäßigeren Bogen des Pendels gestattet, obschon keinen, der so klein bis auf 2° ist, wie man sie gegenwärtig in den besten Uhren anzuwenden pflegt, indem man die Pallettenwelle bedeutend höher über das Hemmungsrad bringt und dem Rade eine geringe Zahl von Zähnen giebt. Dieses vermindert auch die Länge des Laufes der Zähne und folglich die Reibung an den Palletten, obschon es den Rückfall sehr stark und plötzlich macht. Sonderbar genug scheint man dieses Auskunftsmittel erst lange nachher, als diese Hemmung schon durch die Ankerhemmung verdrängt war, angewendet zu haben. Letztere wollen wir jetzt beschreiben; sie scheint von dem berühmten Dr. Hooke schon im Jahre 1656, sehr bald nach der Erfindung des Pendels, erfunden worden zu sein.

In Fig. 32 entweicht gerade ein Zahn des Hemmungsrades unter der linken Pallette, und ein anderer Zahn fällt zu gleicher Zeit auf die rechte Pallette in eini-

ger Entfernung von ihrer Kante. Da das Pendel sich in derselben Richtung bewegt, so gleitet der Zahn an der Pallette weiter empor und bewirkt dadurch einen Rückfall, wie bei der Kronradhemmung. Die wirkenden Flächen der Palletten müssen convex und nicht eben sein, wie man sie gewöhnlich zu machen pflegt, viel weniger noch concav, wie sie manchmal gemacht worden sind, um die Bewegung des Pendels zu moderiren, wodurch man aber dem Gange der Uhr weit mehr Schaden, als Nutzen bringt. Wenn sie eben und in noch stärkerem Grade, wenn sie concav sind, werden die Spitzen der Zähne immer in den Palletten an dem Ende, wo sie gewöhnlich auffallen, ein Loch ausarbeiten; die Bewegung ist aber offenbar leichter und deßhalb besser, wenn die Palletten convex gearbeitet sind. Alsdann nähern sie sich in der That mehr der ruhenden Hemmung, die gleich beschrieben werden soll. Wir haben bereits der Wirkung einiger Hemmungen Erwähnung gethan, daß sie nicht allein dem Kreisbogenfehler, oder der natürlichen Zunahme der Schwingungszeit eines Pendels mit dem zunehmenden Bogen entgegen wirken, sondern daß sie ihn durch einen Fehler entgegengesetzter Art mehr als vollständig ausgleichen. Dieses geschieht nun bei der zurückfallenden Hemmung; denn man hat immer gefunden, daß, wie auch die Gestalt der Palletten beschaffen sein möge, die Uhr langsamer gehe, wenn der Pendelbogen kürzer wird, und umgekehrt. Es ist jedoch unmöglich, die Palletten so einzurichten, daß der Kreisbogenfehler durch sie völlig neutralisirt wird, weil die Hemmungsfehler in einer Weise, die sich auf kein Gesetz zurückführen läßt, von Veränderungen in der Reibung der Palletten selbst und des Räderwerkes herrühren, die verschiedene Wirkungen hervorbringen. Aus diesem ergiebt sich aber, daß man es schon lange für unmöglich gehalten hat, mit einer Uhr dieser Construction eine genaue Zeitmessung zu bewerkstelligen.

Aber bevor wir uns zu der ruhenden Hemmung wenden, dürfte es zweckmäßig sein, einer Hemmung Erwäh-

nung zu thun, welche zu den zurückfallenden gehört und die von dem berühmten Harrison erfunden wurde, um der Anwendung des Oeles in den Uhren überhoben zu sein. Harrison war anfangs ein Zimmermann in Lincolnshire, erhielt aber später die erste Regierungsbelohnung für die Verbesserung der Chronometer. Wir wollen uns nicht dabei aufhalten, diese Hemmung zu beschreiben, da sie niemals in allgemeinen Gebrauch kam, auch Niemand, als Harrison selbst im Stande gewesen sein soll, sie in Gang zu bringen. Man konnte auch das an ihr tadeln, daß sie direct von allen Veränderungen in der Kraft der Uhr afficirt wurde. Sie besaß die Eigenthümlichkeit, daß man von ihrem Gange nichts vernehmen konnte, obgleich der Rückfall sehr stark war. Diejenigen, welche dergleichen kennen zu lernen wünschen, finden diese Hemmung beschrieben in der 7. Auflage der **Encyclopaedia Britannica** und in andern Werken. Die erwähnte Leistung einer dieser Uhren, die man in einigen Beschreibungen derselben angegeben findet, ist wahrhaft fabelhaft.

Ruhende Hemmungen.

Die Hemmung, welche man nun während anderthalbhundert Jahren für die beste practische Uhrenhemmung gehalten hat (obschon beständig Versuche gemacht worden sind, eine Hemmung zu erfinden, die von den Mängeln frei ist, welche letztere, wie man nicht leugnen kann, besitzt), ist die ruhende Hemmung, von den Engländern **dead escapement** und von den Franzosen **l'echappement à repos** genannt, weil, statt daß der Zahn auf die Pallette zurückfällt, was bei den vorhergehenden Hemmungen der Fall war, er ruhig auf die Pallette fällt und hier liegen bleibt, bis das Pendel zurückkehrt und ihn wieder losläßt. Diese Hemmung ist in Fig. 33 abgebildet. Man wird hier bemerken, daß die Zähne des Hemmungsrades ihre Spitzen nach der entgegengesetzten Richtung von denen der zurückfallenden Hemmung in Fig. 32 haben, während die Räder selbst sich beide in derselben Richtung umdrehen,

oder (wie in unserer Figur angegeben ist) in der entgegengesetzten Richtung. Der Zahn B ist auch hier dargestellt, wie er eben im Begriffe ist, auf die rechte Pallette zu fallen, sobald der Zahn A von der linken Pallette entweicht. Statt daß aber die Pallette eine continuirliche Fläche hat, wie bei der zurückfallenden Hemmung, so ist dieselbe halbirt, und B C an der rechten Pallette, sowie F A an der linken Pallette werden die Hebeflächen, dagegen B D, F G die ruhenden Flächen genannt. Die ruhenden Flächen sind Kreisportionen (in der Regel von demselben Kreise), welche die Welle der Palletten C zu ihrem Mittelpuncte haben; und die Folge davon ist offenbar, daß, wenn das Pendel in Bewegung tritt und die Pallette dem Rade näher bringt, als die Lage, in welcher ein Zahn auf die Ecke A oder B der Hebe- und der ruhenden Flächen fällt, so wird der Zahn auf den ruhenden Flächen ohne allen Rückfall liegen bleiben, bis das Pendel zurückkehrt und den Zahn an der Hebefläche hinabgleiten läßt, wobei er, indem er sie verläßt, dem Pendel den Impuls giebt.

Das große Verdienst dieser Hemmung liegt darin, daß eine mäßige Veränderung in der Kraft des Räderwerkes eine sehr geringe Wirkung in der Schwingungszeit des Pendels hervorbringt. Dieß läßt sich auf eine allgemeine Weise ohne Hülfe der Mathematik in folgender Art darthun:

Da der Zahn B auf die Ecke der Pallette fällt (oder fallen sollte) unmittelbar nachdem der Zahn A entwichen ist, und da der Impuls bei B beginnt, wenn das Pendel zu demselben Puncte zurückkehrt, wo der Impuls auf A aufhörte, so folgt daraus, daß der Impuls, welchen das Pendel vor und nach seiner verticalen Lage erhält, einander ziemlich gleich sind. Nun wirkt aber derjenige Theil des Impulses, welcher vor Null Statt findet, oder während das Pendel hinabsteigt, dahin, die natürliche Schwerkraft im Pendel zu vermehren, oder seine Bewegung geschwinder zu machen; aber während es den aufsteigenden Bogen beschreibt, wirkt der Impuls auf die Palletten gegen die Schwere des Pendels und äußert sich dadurch, daß es

den Gang des Pendels langsamer macht. So wirken nun die beiden Theile des Impulses darauf hin, die beiderseitigen störenden Wirkungen auf die Schwingungszeit des Pendels zu neutralisiren, obschon sie beide dazu beitragen, den Bogen zu vergrößern oder, was dasselbe ist, ihn trotz des Verlustes durch Reibung und Luftwiderstand zu unterhalten. Im Ganzen geht indessen die Wirkung des Impulses darauf hinaus, das Pendel ein Wenig zu moderiren, weil der Zahn nicht genau auf die Ecke der Pallette, sondern (der Sicherheit halber) ein Wenig über dieselbe fallen muß, und der nächste Impuls beginnt nicht eher, als bis dieselbe Ecke der Pallette so weit gelangt ist, als die Spitze des Zahnes; mit andern Worten, der moderirende Theil des Impulses oder derjenige, welcher Statt findet nach Null, wirkt etwas länger, als der beschleunigende Theil vor Null. Die Reibung am ruhenden Theile der Palletten bringt nun dieselbe Wirkung auf die Schwingungszeit hervor, verkleinert folglich den Bogen. Denn bei'm Niedergange des Pendels wirkt die Reibung gegen die Schwere, aber bei'm Aufsteigen mit der Schwere, oder beschleunigt das Pendel; die Wirkung auf den ruhenden Theil der Palletten ist bei'm Emporsteigen etwas kürzer, als bei'm Niedergange. Aus diesen Gründen ist die Schwingungszeit eines Pendels, welches von einer ruhenden Hemmung in Bewegung gesetzt wird, ein Wenig größer, als diejenige desselben Pendels, welches denselben Bogen frei schwingt; und wenn man zur nächsten Differenz kommt, so ist die Veränderung der Schwingungszeit desselben Pendels mit der ruhenden Hemmung bei einer mäßigen Veränderung in der Kraft in der That sehr klein. Dieses ist aber nicht der Fall bei der zurückfallenden Hemmung, denn bei letzterer beginnt der Impuls an jedem Ende des Bogens, und findet weit mehr Impuls Statt während des Niederganges des Pendels, als während des Emporsteigens von Null bis zu der Höhe, wo das Entweichen Statt findet und der Rückfall am gegenüberliegenden Zahne beginnt. Und dann auch ist der Rückfall

selbst eine Wirkung auf das emporsteigende Pendel in gleicher Richtung mit der Schwere, und deßhalb beschleunigend. Und daraus erklärt sich's nun, daß eine Vergrößerung des Pendelbogens bei einer zurückfallenden Hemmung immer verbunden ist mit einer Abnahme der Schwingungszeit.

Aber es gehört etwas mehr dazu, als dieses allgemeine Raisonnement, um den eigentlichen Werth der ruhenden Hemmung mit andern von gleichen oder höhern Ansprüchen, oder die verschiedenen Einrichtungen überhaupt, die zur Abhülfe ihrer Fehler in Vorschlag gebracht worden sind, zu vergleichen. Im Jahre 1827 publicirte Herr Airy, der gegenwärtige königl. Astronom, eine Abhandlung in den Cambridge Philosophical Transactions, vol. III, pag. 105 über die Störungen des Pendels und die Theorie der Hemmungen, welche, obgleich irrig in manchen der practischen Folgerungen, doch äußerst großen Werth hat, als die mathematische Begründung für spätere Forschungen. Die Abhandlung ist zu lang, als daß wir sie hier mittheilen könnten, auch kann sie der Leser in Pratt's Mechanics finden. Wir nehmen dieselbe deßhalb an der Stelle auf, welche geeignet ist, um die entsprechenden Folgerungen daraus abzuleiten. Er beweis't, daß wenn φ die störende Kraft auf das Pendel von der Länge l im Winkel ϑ von Null, α der äußerste Bogen und g die beschleunigende Kraft der Schwere ist, die Zunahme der Zeit einer Schwingung, welche auf Rechnung der Störung kommt,

$$= \frac{1}{\pi g \alpha^2} \int \frac{\varphi \vartheta d \vartheta}{\sqrt{\alpha^2 - \vartheta^2}}$$

genommen zwischen den Grenzen, innerhalb welcher die störende Kraft wirkt. Er giebt auch einen Ausdruck für die Zunahme des Bogens; aber wenn auch mathematisch richtig, so ist derselbe doch practisch nutzlos, weil die Zunahme des Bogens für eine einzige Schwingung keinen Führer darüber abgiebt, was er erreichen kann, ehe die Einwirkung der Reibung und der Widerstand der Luft jede fernere Zunahme verhindert.

Mit Benutzung der Formel des Herrn Airy für die Variation der Schwingungszeit und der Resultate, welche Herr Denison in seiner Abhandlung vom Jahre 1848 im vol. VIII der Cambridge Transactions erhalten hat, wollen wir den Winkel, den die Hebeflächen der Palletten mit den ruhenden Flächen bilden, δ nennen; dann, da der Zahn, als ein verlängerter Radius des Rades betrachtet, eine Tangente der ruhenden Fläche sein muß, wird auch δ die Neigung des Zahnes gegen die Hebefläche zu Anfang des Impulses sein, und man kann annehmen, daß sie durchgängig so bleibt, obschon sie in der That gegen das Ende des Impulses zunimmt. Es sei p der Abstand jeder Pallette von ihrer Welle, und P g die bewegende Kraft des Uhrgewichtes, auf die Spitzen des Hemmungsrades bezogen, nachdem die Kraft abgezogen worden ist, welche zur Bewegung des Räderwerkes erforderlich ist, M die Masse des Pendels (dasselbe als ein einfaches angenommen) und l seine Länge, ferner ϑ der Winkel, den das Pendel mit der Verticallinie bildet: alsdann bekommen wir für die Pendelbewegung folgende Gleichung:

$$\frac{d^2 \vartheta}{d t^2} = \frac{g}{l}\left(\vartheta + \frac{P p \text{ tang. } \delta}{M l}\right),$$

und deßhalb ist φ, die störende Kraft, $\frac{g P p \text{ tang. } \delta}{M l^2}$;

und die Zunahme der Zeit für eine Schwingung kann man ausdrücken durch

$$\Delta = \frac{P p \text{ tang. } \delta}{M l \pi \alpha^2}\int\frac{\vartheta d t}{\sqrt{\quad - \vartheta^2}}.$$

Wenn β der Winkel vor Null ist, wo der Impuls beginnt, und γ der Winkel nach Null, wo der Impuls endet, und der nothwendig größer ist, als β, so muß dieses Integral zwischen den Grenzen $\vartheta = -\beta$, und $\vartheta = \gamma$ genommen werden, und das Ergebniß ist dann

$$\Delta = \frac{P p \text{ tang } \delta}{M l \pi \alpha^2}\left(\sqrt{\alpha^2 - \beta^2} - \sqrt{\alpha^2 - \gamma^2}\right).$$

Und da β und γ, verglichen mit α, immer klein sind, so können höhere Kräfte als $\frac{\gamma^2}{\alpha^2}$ vernachlässigt werden, und die Gleichung kann die einfachere Gestalt annehmen

$$\triangle = \frac{\mathrm{P\,p\,tang.}\,\delta}{2\,\mathrm{M\,l}\,\pi\,\alpha^3}\,(\gamma+\beta)\,\,(\gamma-\beta).$$

Da in einer gut gefertigten Uhr β ziemlich genau $= \gamma$ gemacht werden kann, d. h., daß der Zahn fast genau auf die Ecke der ruhenden Fläche fällt, so folgert Herr Airy, „daß diese Hemmung der absoluten Vollkommenheit sehr nahe komme". Herr Denison zeigt indessen, daß diese Folgerung etwas zu voreilig sei, daß vielmehr die Genauigkeit, die man wirklich in dem guten Gange einer Uhr dieser Art findet, einer Ursache beigemessen werden müsse, die aus diesem Werthe von $\triangle$ nicht hervorgeht; daß eine Hemmnng anderer Art, in welcher $\triangle$ weit größer ist, eine weit größere Vollkommenheit gestattet, insofern nicht die Größe, sondern die Variation von $\triangle$ den Maßstab für die Güte der Uhr abgiebt. Außerdem ist aber die Annahme, daß die Reibung der Palletten die Leistung einer ruhenden Uhrhemmung nicht afficire, keineswegs richtig. Im Gegentheile hat sie in der Regel größeren Antheil an den wirklichen Fehlern der Schwingungszeit, als alle anderen Ursachen. Um den wirklichen Betrag dieser Fehler zu erfahren, wollen wir die Quantität $\triangle$ untersuchen.

Es bezeichne h das tägliche Sinken des Uhrgewichtes **W** g, T die Zahl der Pendelschläge während eines Tages (86,400, wenn es ein Secundenpendel ist); die Fortbewegung des Zahnes bei jedem Schlage ist etwas geringer, als die Dicke der Palletten, welche $=$ p $(\gamma+\beta)$ tang. δ ist. Und deßhalb können wir sagen (in der Absicht, um nachher vom wirklichen Betrage von **W** für die Reibung des Räderwerkes und den Kraftverlust bei jedem Fortrücken, einen Abzug zu machen.)

$$\triangle\,\mathrm{T} = \frac{\mathrm{W\,h}\,(\gamma-\beta)}{\mathrm{M\,l}\,2\,\pi\,\alpha^3},$$

in welcher Gleichung, wie man finden wird, $\gamma + \beta$ verschwunden ist. $\gamma - \beta$ wird selten kleiner gemacht, als 30′, und deßhalb können wir $\frac{1}{720}$ für $\frac{\gamma - \beta}{2\pi}$ setzen, und dadurch reducirt sich die Gleichung auf die einfache Form

$$\triangle T = \frac{W h}{720 M l \alpha^3}.$$

Obgleich nun das Uhrgewicht und sein tägliches Sinken in einer gegebenen Uhr constant sind, so ist doch die Quantität jener bewegenden Kraft, welche sich auf die Hemmung äußert, nicht constant, weil sie durch Reibung vermindert wird, welche mit dem Zustande des Oels und anderer Umstände variirt. Dadurch aber wird dieselbe Wirkung hervorgebracht, als wenn das Uhrgewicht selbst variirte. Wir wollen diese Veränderung der Kraft auf die Hemmung $d W$ nennen. Die Uhr ist auch Veränderungen von α, dem Pendelbogen, unterworfen, die zum Theil von diesen Veränderungen in der Kraft des Uhrräderwerkes, aber noch weit mehr von den Variationen in der Reibung an den Palletten selbst herrühren, so daß ein bestimmtes Verhältniß zwischen jeder Zunahme des Bogens $d\alpha$ und den Variationen der Kraft oder der Reibung im Räderwerke sich nicht aufstellen läßt. Um nun zu erfahren, welche Wirkung auf den Gang der Uhr hervorgebracht werde durch eine der gegebenen kleinen Veränderungen im Bogen oder der Kraft, müssen wir die obige Gleichung differentiiren, und wir werden dann bekommen (wenn wir, wie es durchgängig geschehen muß, die Differenzen als endlich behandeln.)

$$d \triangle T = \frac{W h}{720 M l \alpha^3} \left(\frac{d W}{W} - \frac{3 d \alpha}{\alpha}\right).$$

Und hierzu muß noch ein dritter Ausdruck addirt werden, um den Kreisbogenfehler auszudrücken, welcher daraus entsteht, daß der Bogen von α bis $\alpha + d\alpha$ zunimmt. Dieses beträgt theoretisch, wie schon bemerkt worden, $+$ 10,800 $\alpha d \alpha$; aber in der Praxis beträgt es weit weniger, in Folge der Wirkung der Pendelfeder,

welche dahin wirkt, das Pendel isochronisch zu machen, obgleich alle Versuche, dieses Ziel zu erreichen, völlig mißlungen sind und man keine anderen Ausdrücke für den wirklichen Betrag des Kreisbogenfehlers geben kann. Die Quantität, welche wir $d \triangle T$ genannt haben, ist diejenige, welche technisch der tägliche Betrag genannt wird, nur mit entgegengesetzten Zeichen, indem der Betrag immer das Zeichen + erhält, wenn die Uhr schneller geht. Dabei nehmen wir an, daß das Pendel gehörig adjustirt sei, so daß der tägliche Betrag, bis auf die Hemmungsfehler, 0 sein würde.

Den Zahlenwerth nun dieser Quantität in Secunden oder in Brüchen einer Secunde anlangend, kann man bei einer gewöhnlichen astronomischen Uhr, nachdem man auf die Reibung des Räderwerkes Rücksicht genommen, $W h = 2$ Pfd. $\times 9$ Zoll, $l = 39$ Zoll, und M ungefähr $= 15$ Pfd., und der Winkel α von 2° beträgt in Zahlenwerth 0,035. Deßhalb ist $\frac{W h}{720 \, M \, l \, \alpha^3} =$ ziemlich genau 1 Secunde. Was nun die anderen Theile des Ausdruckes für $d \triangle T$ anlangt, so ist es in der Regel der Fall, daß die Uhr schneller geht, wenn der Bogen abnimmt, woraus hervorgeht, daß die beiden positiven Ausdrücke $\frac{d W}{W}$ und der Ausdruck für den Kreisbogenfehler, dann das Uebergewicht über den andern, mit Einschluß von $\frac{d \alpha}{\alpha}$, haben. Manchmal ist indessen das Entgegengesetzte der Fall, wo z. B. die Reibung an den Palletten allein durch das Einölen derselben oder durch Selbstreparatur, die sie oft im Verlaufe einiger Monate, nachdem die Uhr gefertigt worden, besonders bei Thurmuhren erlangen, verändert wird. Herr Denison sagt in seiner Abhandlung in den Cambridge Transactions, vol. IX. 1853, daß es sich aus Versuchen, welche angestellt worden sind, den Werth einer Erfindung des Herrn Loseby in der Industrieausstellung, um die Pen-

del isochronisch zu machen, wie auch aus früher angestellten Beobachtungen auf's Deutlichste ergebe, daß kein Isochronimus des Pendels für verschiedene Bogen den Fehlern der ruhenden Hemmung entgegenwirken kann; aber auch daß, wenn die Veränderung der Schwingungszeit von einer veränderten Reibung der Palletten herrührt, so würde sich ein isochronisches Pendel noch viel schlimmer verhalten, weil der Kreisbogenfehler (wie sich aus obiger Gleichung ergiebt) dem andern Fehler, welcher von der Veränderung des Bogens d α herrührt: entgegenzuwirken strebt.

Herr Airy zeigte in seiner bereits citirten Abhandlung, daß die Reibung auf den ruhenden Flächen der Palletten, wenn sie durch genau, statt durch ziemlich, denselben Bogen vor und nach Null wirkte, keinen directen Einfluß auf die Schwingszeit äußern würde. Aber es ist ein großer Irrthum, daraus zu folgern, daß diese Reibung dennoch die Uhr nicht wesentlich afficire. Die Unrichtigkeit einer solchen Folgerung ist durch die obigen Ausdrücke für die Hemmungsfehler klar bewiesen worden; denn die Wirkung aller Reibung an den Palletten läuft darauf hinaus, den Bogen kleiner zu machen, oder eine größere Kraft in Anspruch zu nehmen, um denselben Bogen zu erzeugen. Und da der Cubus des Bogens im Nenner erscheint, und eine große Zunahme der Kraft erforderlich ist, um eine kleine Zunahme des Bogens hervorzubringen, so liegt es auf der Hand, daß die Reibung an den Palletten alle Fehler der Hemmung indirect und beträchtlich vergrößert, obschon dieser Umstand eine sehr geringe, directe Wirkung auf die Schwingungszeit äußert, verglichen mit derjenigen eines freien Pendels, welches denselben Bogen schwingt. Um die Reibung und die Nothwendigkeit der Anwendung des Oels so viel wie möglich zu vermindern, werden an den besten Uhren die Palletten mit Edelsteinen belegt (der Saphir eignet sich für diesen Zweck am Besten). Herr Dent wendete dergleichen Steine bei einer großen Uhr auf der königl. Börse an, was wahrscheinlich das erstemal war, wo sie jemals

an einer Thurmuhr in Anwendung gekommen sind, obwohl weichere und wohlfeilere Steine zuweilen für diesen Zweck benutzt worden sein mögen.

Die Palletten werden in der Regel so gemacht, daß sie ungefähr den dritten Theil vom Umfange des Rades umfassen, und es ist gar nicht wünschenswerth, daß sie einen größeren Theil desselben umfassen; denn je länger dieselben sind, desto länger laufen die Zähne auf denselben und desto größer ist die Reibung. Bei der großen Industrieausstellung hatten die Herren Wagner von Paris einen Apparat, um diesen Umstand practisch zu erläutern, der indessen ohne alle Erläuterung ganz begreiflich ist. Die Uhrmacher weichen in der Praxis hinsichtlich der Länge des Impulses oder hinsichtlich des Betrages des Winkels $\gamma + \beta$ sehr von einander ab. Manchmal sieht man Uhren, an welchen der Secundenzeiger sich sehr langsam bewegt und eine ganz kurze Zeit ruht, woraus hervorgeht, daß $\gamma + \beta$ groß sei im Verhältniß zu 2α; und an andern Uhren findet das Entgegengesetzte Statt. Die Durchgangsuhr zu Greenwich wurde geändert von dem verstorbenen Herrn Dent, so daß sie einen kurzen Impuls erhielt, indem das Entweichen nur 30′ nach Null Statt fand; und er war entschieden der Meinung, daß ein kurzer Impuls der beste sei, wahrscheinlich, weil weniger von der Kraft des Impulses dann durch Reibung verloren geht. Man darf nicht übersehen, wie Herr Bloxam bemerkt in seiner Abhandlung über Hemmungen in den Transactions of the Astronomical Society vom Jahre 1853, daß der Zahn des Hemmungsrades die Fläche der Pallette nicht unmittelbar ereilt, wegen des Trägheitsmomentes des Rades. Die Räder astronomischer Uhren, ja aller englischen Hausuhren werden in der Regel zu schwer gemacht, besonders das Hemmungsrad, welches, indem das Trägheitsmoment vergrößert wird, eine größere Kraft erheischt und folglich mehr Reibung. Wir wollen jetzt an einer andern Hemmung darthun, wie viel Kraft in der That bei der ruhenden Hemmung durch die Reibung consumirt werde.

Aber bevor wir uns zu anderen Hemmungen wenden, dürfte es zweckmäßig sein, auf eine sehr nützliche Form der ruhenden Hemmung aufmerksam zu machen, die in vielen der besten Thurmuhren angewendet und unter der Benennung des Stiftenganges (pin-wheel escapement) bekannt ist. Man schreibt die Erfindung dieser Hemmung gewöhnlich Herrn Lepaute zu Paris gegen die Mitte des letzten Jahrhunderts zu, obschon sie eben so frühzeitig von Whitehurst zu Derby angewendet worden zu sein scheint.

Aus Fig. 34 erklärt sich die Wirkung und die Construction dieser Hemmung zur Genüge. Ihre Vorzüge bestehen darin, daß sie nicht so viel Genauigkeit erheischt, wie die andere; wenn ein Stift zerbrechen sollte, läßt er sich leicht wieder ersetzen; bei der andern dagegen ist das Rad ruinirt, wenn die Spitze eines Zahnes beschädigt wird. Ein Rad von einer gegebenen Größe arbeitet mit weit mehr Stiften als Zähnen, und deßhalb ist ein Räderwerk von geringerer Geschwindigkeit ausreichend, und dieses ist manchmal in der That so viel, als ob ein ganzes Rad im Räderwerke und auch ein großer Theil der Reibung erspart werde; und da der Schlag auf beide Palletten niederwärts erfolgt, statt bei der einen aufwärts und bei der andern niederwärts, so ist die Wirkung stetiger. Alle diese Umstände sind nun von größerem Belang bei dem schweren und rauhen Werk einer Thurmuhr, als bei einer astronomischen Uhr.

Die Stifte sind in der Regel Halbcylinder, indem die obere Hälfte des Cylinders offenbar von keinem Nutzen sein und ziemlich die halbe Kraft des Auffalles ohne Wirkung consumiren würde. Aber wenn das Rad klein ist und die Palletten kurz sind, wie sie es aus dem eben gegebenen Grunde sein müssen, so kann man unmöglich einen kurzen Entweichungswinkel mit halbcylindrischen Stiften erlangen, sobald dieselben nicht sehr klein sind, und deßhalb brachte Herr Denison die Gestalt der Stifte auf der linken Seite der Fig. 34 in Vorschlag, welche Herr Dent an seiner Uhr des großen Ausstel-

lungsgebäudes und später auch in anderen in Anwendung gebracht hat. Die Stifte sind Stücken Messingdraht, welche zu je 10 auf jeden Zoll des Durchmessers in das Rad eingesetzt wurden, und dann wurde die obere Hälfte und noch ein kleiner Abschnitt am Boden in einer Schneidemaschine weggenommen. Die Entfernung der untersten Pallette von ihrer Achse darf nicht mehr betragen, als der Durchmesser des Rades. Der Querdurchschnitt der Palletten, wie er jetzt in der Regel gemacht wird, ist convex und nicht eben, was größere Genauigkeit erheischt und deßhalb größere Gefahr der Ungenauigkeit mit sich bringt. Man hat es auch zweckmäßig gefunden, die ruhenden Flächen nicht ganz ruhend zu machen, sondern ihnen einen schwachen Rückfall zu geben, was mit darauf hinwirkt, die Veränderungen des Bogens aufzuheben, auch die allgemeine Neigung zum langsameren Gange zu beseitigen, wenn der Bogen größer wird. Wenn die Hemmung auf diese Weise ausgeführt worden ist, so nennt man sie in der Regel eine halbruhende.

Indem wir die verschiedenen andern Modificationen der ruhenden Hemmung übergehen, die in Vorschlag gebracht und mit geringem oder keinem Erfolge versucht worden sind, wollen wir jetzt eine Hemmung beschreiben von ganz verschiedener Form, welche im Jahre 1851 Herrn C. Macdowall zu Hyde Street, Bloomsbury patentirt worden ist, obschon es den Anschein hat, daß eine dieser sehr ähnliche Hemmung schon früher versucht worden sei, die aber mißlang, weil ihre Verhältnisse schlecht angeordnet waren. Sie ist abgebildet in Fig. 35. Das Hemmungsrad besteht nur aus einer kleinen Scheibe mit einem einzigen Stifte in derselben, aus Rubin gefertigt, welcher parallel mit der Welle und sehr nahe an derselben angebracht ist. Die Scheibe dreht sich bei jedem Schlage des Pendels zur Hälfte herum, und der Stift giebt den Impuls auf die verticalen Flächen der Palletten, und die ruhende Reibung findet Statt an den horizontalen Flächen. Ihre Vortheile bestehen darin, daß der größte Theil des Impulses direct durch die Linie

der Mittelpuncte und folglich mit sehr geringer Reibung gegeben wird, und deßhalb ist auch die Reibung an den ruhenden Flächen geringer, als gewöhnlich und kaum das geringste Oel erforderlich; auch ist sie sehr leicht herzustellen. Aber man bedarf zwei Räder mehr im Räderwerke, welche durch ihre Reibung einen guten Theil der Kraft des Uhrgewichtes consumiren, was mehr beträgt, als die Reibung, die bei der Hemmung erspart wird. Man hat sie indessen mit Erfolg bei Taschenuhren angewendet und dieselben scheinen von der Kälte weniger afficirt zu werden, als die gewöhnliche Hebeltaschenuhr mit ihrem schrägen Impuls, welcher demjenigen der ruhenden Hemmung ziemlich gleich ist. Die Erfindung wurde bei der Ausstellung mit einer Preismedaille belohnt. Um den Entweichungswinkel nicht mehr als 1° betragend zu machen, darf der Stift vom Mittelpuncte der Scheibe nicht mehr als $\frac{1}{60}$ vom Abstande der Mittelpuncte der Scheibe und der Palletten betragen.

Um eins dieser Extraräder im Räderwerke zu beseitigen und auch denjenigen Theil des Impulses, welcher am Wenigsten wirksam und am schrägsten ist, erfand Herr Denison kurz nachher seine sogenannte dreischenkelige ruhende Hemmung, welche, obschon er sie nach der Zeit durch seine dreischenkelige Gewichtshemmung beseitigte, doch immer der Erwähnung werth ist, wegen der sehr geringen Kraft, die sie in Anspruch nimmt, wodurch zugleich ein practischer Beweis geführt worden ist, welch' großes Verhältniß der Kraft durch die Reibung bei allen andern Impulshemmungen consumirt wird.

In Fig. 36 wird der dreifache lange Zahn des Hemmungsrades nur benutzt, um die ruhenden Palletten D E zu hemmen, welche auf der vordern Seite der Pallettenplatte sitzen. A B sind die Impulspalletten, bestehend aus harten Stahlstücken, oder aus Edelsteinen, die in die Pallettenplatte eingesetzt sind. Auf dieselben wirken die drei scharfkantigen Stifte, welche im Hemmungsrade mit der Spitze nach Hinterwärts gerichtet sitzen.

Sobald das Pendel sich ein Wenig weiter nach Links bewegt, als hier angegeben ist, wird der lange Zahn über die ruhende Pallette schlüpfen oder über den Punct **D**, und der Stift bei **B** wird weiter gleiten und die Ecke dieser Impulspallette fangen und sie führen, bis das Rad durch einen Bogen von 60° sich gedreht hat, und dann wird er entweichen. Zu derselben Zeit wird der oberste Zahn bei **E'** anlangen und über diese Fläche gleiten, wie bei der gewöhnlichen, ruhenden Hemmung, nur mit etwas weniger Druck, als derjenige, welcher den Impuls giebt, da die Spitzen der Zähne weiter vom Mittelpuncte des Rades sind, als es bei den Impulsstiften der Fall ist. Aber der Impuls wird hier mit so wenig Reibung gegeben, daß selbst, wo die Spitzen der Zähne ganz identisch mit den Stiften gemacht wären, das Uhrgewicht, welches erforderlich ist, um dasselbe Pendel mit einem gewöhnlichen Thurmuhrgangwerke den gewöhnlichen Bogen von 2° schwingen zu lassen, nur den 5. Theil von demjenigen beträgt, was bei'm gewöhnlichen Stiftengang nöthig gewesen sein würde. Es scheint auch möglich zu sein, den Rückfall der halbruhenden Palletten so zu adjustiren, daß die Schwingungszeit nicht einmal durch die kleinste Veränderung der Kraft und des Bogens afficirt wird; denn man hat gefunden, daß, wenn man einen gewissen Betrag des Rückfalles in Anwendung bringt, die Uhr schneller geht, statt langsamer zu gehen, wenn der Bogen durch eine Zunahme des Uhrgewichtes größer wird. Und wenn die Kraft durch einen Räderaufzug constant erhalten würde, wie nachher beschrieben werden soll, so wäre in der That nichts im Stande, den Bogen oder die Schwingungszeit zu verändern. Aber wegen der geringen Tiefe der Durchschnitte der Kreise der Stifte und der Palletten, wovon die Wirkung abhängig ist, erheischt diese Hemmung eine sehr sorgfältige Adjustirung der Palletten; und zieht man die vorzüglicheren Eigenschaften der entsprechenden Gewichtshemmung in Erwägung, so dürfte sie nur vielleicht bei Uhren in Anwendung kommen, die eine lange Zeit gehen sollen und bei

welchen Ersparniß an Kraft ein Hauptgegenstand ist. Die Palletten müssen mit dem Pendel durch eine Federgabel verbunden werden (die auch anzurathen ist bei den andern ruhenden Hemmungen mit einem schweren Pendel, besonders bei dem Stiftengange), um die Gefahr zu verhindern, daß sie rückwärts gegen das Hemmungsrad treiben, wenn es nicht in Bewegung ist, weil es sich nicht selbst auslös't. Der Abstand der Mittelpuncte darf nicht geringer sein, als der 25fache Radius des Kreises der Kanten ihrer Impulsstifte.

Aufzug, oder Gewichtshemmungen.

Eine Aufzughemmung ist eine solche, in welcher das Pendel seinen Impuls nicht vom Hemmungsrad, sondern von einem kleinen Gewichte oder einer Feder erhält, welches bei jedem Schlage vom Hemmungsrade gehoben, oder welche aufgezogen wird, und das Pendel hat mit dem Hemmungsrade weiter nichts zu thun, als dasselbe auszulösen. Wenn dieser Impuls durch ein Gewicht vermittelt wird, nennt man die Hemmung auch eine Gewichtshemmung; und insofern alle Aufzugshemmungen, welche der Erwähnung werth sind, Gewichtshemmungen gewesen sind, können wir diesen Ausdruck auf sie überhaupt anwenden. Die Wichtigkeit, den Impuls, welchen das Pendel erhält, auf diese Weise zu vermitteln, hatte man früher erkannt, ehe man die Eigenschaften der ruhenden Hemmung kannte, die wir oben erläutert haben; denn man entdeckte bald, daß, wie vorzüglich sie auch vor der alten zurückfallenden Hemmung sei, sie doch von der Vollkommenheit noch weit entfernt liege und ihr Erfolg davon abhängig sei, daß man die Reibung des Räderwerkes und der Palletten so viel wie möglich vermindere, was die Nothwendigkeit von Getrieben und Rädern mit vielen Zähnen, kleinen Zapfen, mit Edelsteinen belegten Palletten und im Allgemeinen eine sehr theuere Art der Ausführung in sich schließt. Die Erfindung einer Hemmung, welche dem Pendel einen constanten Im-

puls zu verleihen vermag und ziemlich frei von Reibung ist, war deßhalb im vergangenen Jahrhunderte die große Aufgabe der Uhrmacherkunst. Wir können weiter nichts thun, als in Kürze einige der wenigen Versuche zu erwähnen, welche zur Lösung dieser Aufgabe gemacht worden sind. Die einfachste Form der Gewichtshemmung und die zugleich dazu dient, ihre mathematischen Eigenschaften zu erforschen (obschon sie in einigen wesentlichen, mechanischen Bedingungen im Stiche läßt) ist die von Herrn Mudge erfundene. Der Zahn **A** des Hemmungsrades in Fig. 37 ruht gegen den Vorfall oder Haken **a** am Ende der Pallette **C A**, von deren Achse oder Welle die Halbgabel **C P** herabsteigt, um das Pendel zu berühren. Von der andern Pallette **C B** steigt die andere Halbgabel **C Q** herab. Die beiden Wellen sind dem Aufhängungspuncte oder dem höchsten Puncte der Pendelseder so nahe, als möglich. Das Pendel, wie es hier dargestellt ist, muß sich nach Rechts bewegen, nur noch eine Berührung mit der linken Pallette übrig lassend und die rechte emporheben; sobald es diese Pallette ein Wenig gehoben hat, wird es offenbar das Rad auslösen und sich drehen lassen; alsdann wird der Zahn **B** die linke Pallette heben, bis sie gefangen wird durch den Haken **b** an dieser Pallette, und dann wird sie anhalten, bis das Pendel zurückkehrt und sie dadurch auslös't, daß die Pallette noch höher gehoben wird. Jede Pallette sinkt deßhalb mit dem Pendel zu einem tiefern Puncte hinab, als derjenige war, von welchem sie aufgehoben worden, und die Differenz zwischen denselben wird supplirt durch das Heben jeder Pallette von Seiten der Uhr, was auf das Pendel nicht im Geringsten wirkt, so daß also das Pendel unabhängig ist von allen Veränderungen der Kraft und der Reibung im Räderwerke.

Wenn der Winkel des Pendels nach Null, bei welchem es die Pallette hebt, γ genannt wird, und derjenige, bei welchem es die andere verläßt $\pm \beta$, so wird der Impuls, je nachdem das Pendel dann auf- oder niedersteigt, auszudrücken sein durch $\gamma \pm \beta$. Und wenn

eine Pallette gerade emporgehoben wird, wenn die andere ausgelös't ist, so wird der Winkel des Impulses 2γ, welches sich auf gleiche Weise auf jeder Seite von Null vertheilt. P sei die Masse und deßhalb Pg das Gewicht jeder Pallette, p der Abstand ihres Mittelpunctes der Schwere von der Achse C und δ der Winkel, welchen eine gerade Linie von C nach diesem Mittelpuncte der Schwere mit dem Pendel bilden würde, wenn sie in Berührung sind; M die Masse, und l die Länge des Pendels, wie zuvor: alsdann wird die Gleichung für die Bewegung des Pendels sein (wenn wir das geringe Trägheitsmoment der Palletten als unwesentlich für diese Untersuchung weglassen):

$$\frac{d^2 \vartheta}{d t^2} = - \frac{g}{l} \left\{ \sin. \vartheta + \frac{P p \sin. (\delta + \vartheta)}{M l} \right\}$$

Diese Gleichung kann erweitert werden, indem statt sin. ϑ einfach ϑ substituirt, weil es sehr klein ist und zugleich cos. ϑ involvirt, welches man aus demselben Grunde behandeln kann, als $= 1$; diejenigen, welche nur ϑ enthalten, erzeugen eine permanente Veränderung der Schwingungszeit, gerade so, als wenn l verändert worden wäre; der andere ist der Ausdruck, auf welchen die Hemmungsfehler kommen. Herr Denison zeigt, indem er die Berechnungen des Herrn Airy verfolgt, daß man aus dieser Gleichung das Resultat ableiten könne, daß die tägliche Zunahme der Schwingungszeit über diejenige hinaus, die dasselbe Pendel freischwingend bedarf, inwiefern sie von dieser Ursache herrührt, auf folgende Weise ausgedrückt werden könne.

$$\triangle T = - \frac{W h (\sqrt{\alpha^2 - \gamma^2} + \sqrt{\alpha^2 - \beta^2})}{M l \pi \alpha^2 (\gamma + \beta)}$$

W h ist das Uhrgewicht mal sein tägliches Fallen, nachdem man in Abzug gebracht hat alle die Reibung in Folge der Räderbewegung und des Hebens der Palletten. Wenn die niedersinkende Pallette von dem Pendel vor Null verlassen wird, so müssen wir berücksichtigen, daß $\gamma + \beta$ wird $\gamma - \beta$, und folglich $\triangle T$ viel

größer, als wo der Impuls durch die Mitte des Bogens ertheilt wird. Wenn die eine Pallette von dem Pendel emporgehoben wird, gerade wenn es die andere verläßt (was die beste Form der Hemmung ist), dann wird $\beta = \gamma$, und der Ausdruck nimmt die einfachere Gestalt an

$$\triangle T = -\frac{W h}{M l \pi \alpha^2} \sqrt{\frac{\alpha^2}{\gamma^2} - 1}.$$

Das Zeichen — zeigt an, daß der Gang des Pendels mit dieser Hemmung geschwinder als ohne dieselbe sei, und die Differenz ist bei Weitem größer, als die Differenz in dem andern Falle einer ruhenden Hemmung. Daraus folgt nun auch, daß, wenn man den Bogen in einer Gewichtshemmung reducirt, indem man die Paletten leichter macht, so wird die Uhr nicht schneller, sondern langsamer gehen, weil Erleichterung der Palletten eine Herabziehung des Mittelpunctes der Schwere des zusammengesetzten Pendels ist, welches von dem Pendel und den Pallette n zusammen gebildet wird. Aber es geht nicht daraus hervor, daß eine Gewichtshemmung deßhalb schlechter, als eine ruhende sein müsse; denn der Gang der Uhr hängt nicht ab von der Größe, sondern von der Veränderung dieser Quantität $\triangle T$; und wo eine Gewichtshemmung von den gewöhnlichen mechanischen Mängeln, die sogleich bezeichnet werden sollen, frei ist, da kann eine Veränderung im Gange nur entstehen aus einer geringen Veränderung im Bogen, herrührend von einer Veränderung in der Dichtigkeit der Luft, oder in der ganz geringen Friction der Palletten auf ihren Zapfen oder ihren Haken. Wir müssen deßhalb $\triangle T$ differentiiren in Beziehung zu α, und dann haben wir

$$d \triangle T = \frac{W h}{M l \pi \alpha^2} \left\{ \frac{\frac{\alpha^2}{\gamma^2} - 2}{\sqrt{\frac{\alpha^2}{\gamma^2} - 1}} \right. \cdot \frac{d\alpha}{\alpha}.$$

Und es liegt auf der Hand, daß, wenn $\gamma = \frac{\alpha}{\sqrt{2}}$ $= 0{,}71\,\alpha$ gemacht wird, diese Quantität ganz verschwindet, d. h., die Veränderung der Differenz der Schwingungszeit zwischen einem Pendel mit Gewichtshemmung und einem freien Pendel von derselben Länge kann bis auf Nichts herabgebracht werden, wenn man die Differenz selbst zu einem Maximum macht; denn dieses wird alsdann ein Maximum und nicht ein Minimum, obgleich das Resultat in diesem Falle in Folge der wohlbekannten Eigenschaft der Maxima und Minima ganz dasselbe sein würde. Und man hat nicht nöthig, sich strenge an dieses Verhältniß von α und γ zu halten. Herr Denison fand, daß, wenn er die Reibung des Räderwerks in Anschlag brachte, die Quantität $\frac{W\,h}{M\,l}$ nicht mehr als auf $\frac{1}{180}$ in der großen Westminster-Uhr angebracht werden könne; und Herr Bloxam fand diese Quantität größer bei'm Pendel einer astronomischen Uhr, als sie sein darf, weil ein leichtes Pendel durch den Widerstand der Luft von seiner Schwingung mehr verliert, als ein schweres. Und wenn man diesen Werth auf den obigen Ausdruck für den Gang der Uhr anwendet, so wird sich ergeben, daß die Veränderung ganz unbeträchtlich ist für jede Veränderung des Bogens, die bei einer Gewichtshemmung vorkommen kann, selbst, wenn man γ so klein macht als $\frac{\alpha}{3}$.

In denjenigen Hemmungen, wo das Pendel die eine Palette verläßt, ehe es die andere emporhebt, ist der Ausdruck für die Variation des Ganges

$$d\,\triangle T = \frac{W\,h\,d\alpha}{M\,l\,\pi\,\alpha^3\,(\gamma+\beta)} \left\{ \frac{\alpha^2 - 2\gamma^2}{\sqrt{\alpha^2-\gamma^2}} + \frac{\alpha^2 - 2\beta^2}{\sqrt{\alpha^2-\beta^2}} \right\}$$

wobei man berücksichtigen muß, daß, wenn die niedersteigende Palette vor Null verlassen wird, alsdann $\gamma + \beta$ wird $\gamma - \beta$; hieraus ist aber ersichtlich, daß diese Art

der Hemmungen der andern bei Weitem nachsteht, obschon das Pendel, welches in der Mitte seiner Schwingung frei bleibt, ein lockendes Aussehen hat. Zu diesem Ergebniß kann man indessen leicht ohne alle mathematische Hülfe gelangen, weil der Winkel, durch welchen der Impuls gegeben wird (die Differenz zwischen dem Sinken und Heben jeder Pallette) nothwendig kleiner ist, wenn die Pallette vor Null gesunken ist; und folglich hat jede gegebene Veränderung des Schwingungsbogens ein größeres Verhältniß zum Hebungsbogen und auch zu dem ganzen Bogen, durch welchen die Palletten auf das Pendel überhaupt wirken. Dieser Ausdruck kann indessen, gleich dem vorigen, auf Null reducirt werden, wenn man bewirkt, daß α, β und γ einer gewissen Bedingung entsprechen, nämlich

$$\sqrt{\alpha^2 - \gamma^2}\,\sqrt{\alpha^2 - \beta^2} = \frac{\alpha^2}{2}.$$

Wenn, z. B., $\gamma = 90'$ statt $85'$, so muß $\pm\beta = 78'$ sein, wenn α, wie gewöhnlich, zu 2^0 genommen wird; aber aus dem eben angegebenen Grunde wird jede Abweichung von diesen Verhältnissen weit größere Fehler hervorbringen, wo die niedergehende Pallette vor Null verlassen wird, als wo sie eben ausgelös't wird, wenn die andere aufgenommen worden. Herr Bloxam erwähnt, daß die Veränderungen der Dichtigkeit der Luft den Bogen und den Gang eines Pendels mit Gewichtshemmung empfindlich afficiren; wahrscheinlich afficiren sie eine ruhende Hemmung weniger, weil hier die Reibung an den Palletten sehr präponderirt über jede andere Ursache der Störung. Er sagt (S. 133 in der Anmerk.), daß, „obgleich er in Werken über Dynamik wiederholt bewiesen habe, daß der Widerstand der Luft die Schwingungszeit nicht ändere, dieses nur dann richtig sei, wenn man voraussetze, daß der Widerstand bei'm Aufsteigen und Niedersteigen derselbe sei;" dagegen verhindere die Strömung, welche durch die zunehmende Geschwindigkeit bei'm Niedersteigen erzeugt werde, daß das Aufsteigen

Hemmung erfahre, wie es der Fall sein würde, wenn die Luft im Zustande der Ruhe wäre, und er zweifelte nicht, daß irgend eine vermehrte Dichtigkeit der Luft einen langsameren Gang des Pendels bewirken werde, indem diese Ursache auch in der Praxis die specifische Schwere des Pendels vermindert. Ein Steigen des Barometers wirkt deßhalb darauf hin, daß die Uhr schneller geht, und manche Personen sind der Meinung gewesen, ein Steigen des Barometers um einen Zoll bewirke, daß die Uhr pr. Tag um $\frac{1}{8}$ oder $\frac{1}{4}$ Secunde schneller gehe. Aber es scheint noch an hinlänglich zahlreichen Versuchen zu fehlen, um hinsichtlich der Größe dieser Störung zu einer bestimmten Schlußfolgerung zu gelangen. Es unterliegt keinem Zweifel, daß der Widerstand der Luft darauf hinwirkt, die Wirkung des Kreisbogenfehlers beträchtlich zu vermindern, denn Herr Bloram und Andere haben gefunden, daß derselbe immer weit kleiner sei, als sein theoretischer Werth selbst, wenn man ihn nach der ruhenden Hemmung mit ihrer großen Reibung beurtheilt.

Außer der obigen mathematischen Bedingung giebt es auch noch einige mechanische, die zum Gelingen der Gewichtshemmung noch weit wesentlicher sind. Die erste ist die, daß die Hemmung gegen das Ueberspringen (tripping) gesichert sei. Indem wir uns wieder auf Fig. 37 beziehen, wird ersichtlich werden, daß, wenn das Hemmungsrad nach seiner Auslösung sich zu schnell bewegen sollte, so wird die linke Pallette nicht allmählig von dem Zahne **B** gehoben, sondern wird mit einem Ruck emporgeworfen, vielleicht so hoch, daß der Zahn hinter den Haken fällt; und dann wird nicht allein dieser Zahn, sondern es werden mehre derselben überspringen und endlich das Rad, wenn es gehemmt wird, in zu schnellem Laufe sich befinden, so daß wahrscheinlich die Spitzen einiger Zähne verbogen oder abgebrochen werden, indem sie sich gegen die Pallette stoßen. Und selbst, wenn die Pallette nicht so hoch gehoben wird, daß der Zahn vorübergehen oder vollkommen überspringen kann, so kann sie doch so hoch gehoben werden, daß die Spitze des Zahns

nicht gerade da auf dem Haken ruht, wo die Schrägfläche der Pallette endigt, sondern tiefer, und die Reibung ist dann groß genug, um die Pallette hier zu erhalten, und folglich hebt das Pendel nicht im Winkel γ, sondern in einem größern Winkel; und da die Pallette immer mit dem Pendel bis auf denselben Punct niedersteigt, so nimmt die Dauer des Impulses zu, und das Pendel macht größere Schwingungen. Herr Denison nennt dieses approximatives Ueberspringen (approximate tripping) und obgleich dasselbe für die Uhren nicht so nachtheilig ist, als das wirkliche Ueberspringen, so hindert es doch offenbar den genauen Gang derselben, obwohl man es früher gar nicht bemerkt zu haben scheint.

Verschiedene Vorrichtungen sind nun in Anwendung gebracht worden, um die Möglichkeit des Ueberspringens zu beseitigen. Cumming, der erste Erfinder der Gewichtshemmungen, wendete zwei Paar Palletten an, das eine Paar bloß zum Hemmen; auch wurde es nicht vom Hemmungsrade, sondern nur vom Pendel emporgehoben, und dieses Mittel erreichte den Zweck; immer aber litten die Zähne zu Zeiten von dem beständigen Anschlagen gegen die Palletten, und die Reibung bei ihrer Lösung war beträchtlich. Hardy's Hemmung war ganz nach demselben Princip ausgeführt, nur schlechter, weil er die vier Palletten auf Federn, statt auf Zapfen, setzte, indem sie nämlich bei kalter Witterung kräftiger wurden, auf das Pendel am Ende seines Bogens wirkten und dadurch einen schnelleren Gang der Uhr im Winter herbeiführten. Es wurde deßhalb diese Hemmung von Herrn Dent aus der Durchgangsuhr zu Greenwich herausgenommen und durch eine ruhende Hemmung mit einem kurzen Hemmungswinkel, wie früher erwähnt, ersetzt.

Der verstorbene Capitän Kater erfand eine Hemmung, bei welcher er das Ueberspringen dadurch zu beseitigen suchte, daß er die Impulspalletten auf einen Anker fallen ließ, gleich demjenigen einer ruhenden Hemmung, mit abgeschnittenen Hebeflächen, so daß sie das Rad durch ihr eigenes Gewicht auslös'ten.

Die Hemmung des Herrn Gowland beruhte auf demselben Grundsatze hinsichtlich der Auslösung; aber er verhinderte das Ueberspringen dadurch, daß er Schaufeln an die Palletten brachte, die in einem Oelgefäße niederstiegen.

Herr Gannery aus Paris hatte eine Hemmung auf der großen Industrieausstellung, die in Betreff der Auslösung ebenfalls nach diesem Principe ausgeführt war, um aber das Ueberspringen zu verhindern, gab er dem Rade nur wenige Zähne und einen langen Lauf mit einer ganz allmähligen Steigung der Palletten. Herr Bloxam hatte früher dieselbe Idee ausgeführt mit einem Rade von nur 9 Zähnen und mit weit weniger Reibung, wie sogleich bemerkt werden soll. Aber wegen der Genauigkeit, mit welcher alle diese Hemmungen (die wir aus einer Menge anderer, als die besten ihrer Classe, auswählen) ausgeführt werden müssen, und noch wegen anderer Einwände ist keine derselben jemals in Gebrauch gekommen. Keiner der Erfinder scheint ihrer Anwendbarkeit in der That hinlängliches Vertrauen geschenkt zu haben, um mit ihnen bei einem groben und wohlfeilen Räderwerke einen Versuch zu machen; wenn aber eine Gewichtshemmung nicht so unabhängig von der Kraft des Räderwerkes ist, daß alle Veränderungen in ihrer Reibung unberücksichtigt bleiben können, dann wird diese Hemmung in dem wesentlichsten Puncte im Stiche lassen und leistet nicht mehr, als eine gewöhnliche Impulshemmung.

Aus diesem Grunde ist es auch nothwendig, daß sie ganz unabhängig vom Oele sei, oder daß in jedem Falle die Reibung, welche das Pendel bei der Auslösung erfährt, so gering sei, daß man im Bogen keine Differenz bemerken kann, mag nun Oel angewendet worden sein oder nicht. Das Oel ist an denjenigen Theilen, welche das Pendel nicht afficiren, von keiner Bedeutung, und zwar aus demselben Grunde, daß auch die Reibung des Räderwerks nicht in Betrachtung kommt, sobald die Hemmung so beschaffen ist, wie sie sein soll. Und endlich ist

es für den Erfolg einer Gewichtshemmung wesentliche Bedingung, daß sie leicht auszuführen und ziemlich wohlfeil sei; denn wenn man den genauen Gang in Erwägung zieht, welcher mittelst einer ganz gut ausgeführten ruhenden Hemmung erlangt werden kann, so ist kein Grund vorhanden, dieselbe durch eine andere zu ersetzen, sobald man nicht wenigstens ebenso große Genauigkeit mit geringeren Kosten erlangen kann.

Die einzige der oben erwähnten Hemmungen, welche so ziemlich alle diese Bedingungen erfüllt, daß sie einer weitern Beschreibung werth ist, dürfte diejenige des Herrn Bloxam sein; und wir geben deßhalb eine Abbildung derselben in Fig. 38, welche (mit einer kleinen Veränderung der Deutlichkeit halber) aus seiner eigenen Beschreibung entnommen ist, welche er im Jahre 1853 der Astronomical-Society mitgetheilt hat, nachdem sie einige Jahre in einer seiner Uhren im Gange gewesen war. Dieselbe war auch schon früher im Werke des Herrn Denison beschrieben worden. Diese Figur wird Jeden in den Stand setzen, der mit diesen Gegenständen bekannt ist, ihre Wirkung zu verstehen. Er machte die Wellen der Palletten gekröpft, um die Pendelfeder zu umfassen, so daß ihre Mittelpuncte der Bewegung mit denjenigen des Pendels so nahe, wie möglich, zusammenfallen, was vielleicht eine unnöthige Sorgfalt ist; wenigstens erfüllt die dreischenkelige Gewichtshemmung, die wir sogleich beschreiben wollen, sehr gut ihren Zweck, obschon die Wellen der Palletten zu beiden Seiten des Kopfes der Feder angebracht sind. Die Größe des Rades bestimmt die Länge der Palletten, indem sie in einem solchen Winkel zu einander stehen müssen, daß die Radien des Rades, wenn sie in Berührung mit jeder Aufhaltung sind, in rechten Winkeln zu dem Pallettenarme stehen können; und deßhalb kann für ein Rad von dieser Größe die Tiefe der Aufhaltung nur sehr klein sein. Das Getriebe in der Uhr des Herrn Bloxam hebt die Pallette bei jedem Schlage nur 40′, d. h., der Winkel, den wir γ

nannten, ist nur 20′; und wahrscheinlich würde die Hemmung, wenn er bis zu $\frac{\alpha}{\sqrt{2}}$ wachsen sollte, augenblicklich überspringen. Die beiden breiten Stifte, mit **EF** bezeichnet, sind die Gabelstifte. Die Uhr, welche Herr Bloxam hatte, ging sehr gut, aber sie hatte ein äußerst feines Räderwerk mit Getrieben von 18 Zähnen, und es ist uns bekannt, daß der verstorbene Herr Dent sich fürchtete, die Hemmung wegen ihrer großen Zartheit in Anwendung zu bringen; und obgleich die damit verbundenen Kosten bei der großen Westminster-Uhr wenig in Frage gekommen sein würden, so war doch die Gefahr, daß ein Zahn brechen könne, wenn das Rad durch zufälliges Heben der Palletten in Umlauf gerathen sollte, und die offenbare Unmöglichkeit, den Winkel γ so zu machen, daß er nur einigermaßen der mathematischen Bedingung entspreche, ohne Gefahr des Ueberspringens, hinlänglicher Grund für den königlichen Astronomen und Herrn Denison, die Anwendung derselben nicht zu begehren. Es muß indeß bemerkt werden, daß Herr Bloxam der Meinung war, $\alpha = 5\gamma$ sei ein besseres Verhältniß, als $\alpha = 3\gamma$, um der Veränderung der Dichtigkeit der Luft entgegenzuwirken.

Erst nachdem die Westminster-Uhr ziemlich ein Jahr lang angefangen war, verwandelte Herr Denison seine dreischenkelige ruhende Hemmung in die Gewichtshemmung, welche an derselben angebracht ist und die wir jetzt beschreiben wollen.

Es muß bemerkt werden, daß in Fig. 39 die drei Zähne oder Schenkel nicht mehr gerade sind, wie in Fig. 36, sondern gebogen, so daß die Hebestifte und die Spitzen der Zähne abwechselnd auf den Radien eines Sechseckes liegen. Die Stifte sind nicht mehr scharf, sondern ebene Stücken Messingdraht in das stählerne Hemmungsrad eingenietet, in einer astronomischen Uhr ungefähr $\frac{1}{16}$ Zoll dick, und $\frac{1}{8}$ Zoll bei einer Thurmuhr. Die Stifte heben die Palletten mittelst der vorragenden Flächen **AB**, und

die langen Zähne ruhen auf den Aufhaltungen **D E**, welche aufgeschraubte Stahlstücke sind, die man, nachdem sie adjustirt worden, gehärtet hat. Die Spitzen der Zähne liegen ungefähr sechsmal so weit vom Mittelpuncte, als die Stifte, und folglich ist ihr Druck auf die Aufhaltungen nicht ausreichend, um die Palletten aufzuhalten, wenn sie durch Zufall zu hoch emporgeworfen werden sollten; dadurch sind die Wirkungen des approximativen Ueberspringens verhindert; denn die Pallette fällt augenblicklich wieder nieder und stützt sich gegen den Stift, welcher sie hob, bis das Pendel zurückkehrt und sie mit fortnimmt. Außerdem ist die Reibung bei der Auslösung dadurch ganz unmerklich gemacht.

Der Pendelschlag wird durch zwei Stellschrauben mit breiten und schwachen stählernen Köpfen regulirt, die in die Pendelstange gesetzt sind und von messingenen Gabelstiften unten an den Palletten festgehalten werden. An Thurmuhren, wo es an Raum nicht gebricht, sind keine Regulirungsschrauben angebracht, sondern die Gabelstifte sind excentrisch gemacht und können durch Schraubenmuttern, welche sie an den Palletten befestigen, regulirt werden. Bei den feinsten Uhren sind die Hebeflächen der Palletten mit Edelsteinen ausgelegt, so daß kein Oel erforderlich ist. Bei Thurmuhren hat man indessen einen schlagenden Beweis, daß die Hemmung hinlänglich unabhängig vom Oel sei; denn die erste dieser Uhren wurde für die Cathedralkirche zu Fredericton gefertigt (Herr Denison wurde dadurch veranlaßt, diese Hemmung zu erfinden, indem er den Versuch machen sollte, eine Uhr herzustellen, die erträglich richtig gehe bei einer Kälte von 40° unter Null, welche Kälte dort im Winter vorkommt), und der Mann, welcher die Aufsicht über diese Uhr führt, berichtet, daß er keine Veränderung des Schwingungsbogens während des letzten Winters bemerken konnte, selbst nicht, als das Oel so hart, wie Talg gefroren war.

Aber wir haben noch nicht einer wesentlichen Einrichtung an dieser Hemmung Erwähnung gethan, nämlich

des Windfanges, der auf der Welle des Hemmungsrades mit einer Reibungsfeder sitzt, gerade wie bei dem Windfange eines gewöhnlichen Schlagwerkes. Dieser ist es nun, welcher die Geschwindigkeit moderirt, gegen das Ueberspringen und die Beschädigung der Zähne sichert, wenn das Rad zufällig laufen sollte; die Bewegung von 60° bei jedem Pendelschlage ist ganz ausreichend, um den Windfang in Wirksamkeit zu versetzen. An Thurmuhren bekommt der Windfang 5 Zoll lange Windflügel, denen man $1\frac{1}{4}$ Zoll Breite giebt; bei Regulatoren oder astronomischen Uhren bekommen dieselben $1\frac{1}{2}$ Zoll Länge und $\frac{3}{4}$ Zoll Breite. Die Aufhaltung E, welche nach aufwärts gerichtet ist, muß ein Wenig über dem Mittelpuncte des Hemmungsrades angebracht sein; denn wenn dieses nicht der Fall ist, so wirkt der Stoß leicht dahin, die Pallette auszuheben und, wenn die Kraft sehr gesteigert ist, sie überspringen zu lassen; die andere Aufhaltung D kann in gleicher Linie mit dem Mittelpuncte angebracht sein. Die Entfernung der Stifte vom Mittelpuncte kann etwa $\frac{1}{36}$ der Entfernung dieses Mittelpunctes von den Wellen der Palletten betragen; und das Gewicht der Palletten muß von solcher Beschaffenheit sein, daß das Pendel keinen kleinern Bogen, als von 2° und keinen größern, als von $2\frac{1}{2}$° schwingt. Dadurch erhält man $\alpha = 3\gamma$ oder so ziemlich.

Bei Regulatoren hat man in der Regel die Entfernung der Mittelpuncte 6 Zoll weit gemacht (das Hemmungsrad brachte man nicht oben im Gehäuse, sondern nahe am Boden desselben an) und bei Thurmuhren 9 Zoll, ausgenommen bei der großen Westminster-Uhr, wo diese Entfernung, wegen der beträchtlichen Größe des Pendels, welches vor der Erfindung dieser Hemmung gemacht worden war, 12 Zoll beträgt. Denn außer den andern Vortheilen überhebt diese Hemmung auch der Nothwendigkeit eines langen und schweren Pendels, was sich in der Regel nothwendig macht, um die Veränderungen der Kraft in der Hemmung zu überwinden; aber hier giebt es keine solche Veränderung, wenigstens keine,

welche das Pendel erreichen kann. Es scheint indessen einen Einwand gegen diese Hemmung bei Uhren auf Sternwarten zu geben, nämlich den, daß der Pendelschlag sehr wenig Geräusch macht. Vielleicht könnte man denselben vernehmbarer machen, wenn man das Gewicht des Hemmungsrades vermehren wollte, so daß der Schlag gegen die Palletten schwerer würde. Ehe man diese Hemmung an der Westminster-Uhr anwendete, machte man einen Versuch damit auf der königlichen Sternwarte an einem gewöhnlichen Regulator, und Herr Airy, der, wie wir gesehen haben, eben nicht zu Gunsten der Gewichtshemmungen eingenommen war, äußerte seine vollkommene Zufriedenheit mit ihrer Leistung, nachdem er mit ihr, seiner Beschreibung zufolge, einige sehr schwierige Versuche angestellt hatte. Mehre Uhren dieser Art sind seit der Zeit von Herrn Dent und einigen andern Uhrmachern construirt worden, die Thurmuhren mit gußeisernen Rädern und die Regulatoren mit Getrieben von nur acht nnd selbst sechs Triebstöcken; und man kann das Gewicht verdoppeln, ohne daß dadurch der Schwingungsbogen oder der Gang der Uhr verändert wird. Bemerkt muß nur noch werden, daß die Hemmung sehr leicht zu fertigen ist und weniger Feinheit erheischt, als eine gewöhnliche ruhende Hemmung; und da sie nicht patentirt ist, so kann sie von Jedermann gefertigt werden. Wir wenden uns nun zu den Gegenständen, die bloß mechanische und keine mathematische Rücksichten erheischen.

Drehbare Walzen.

Eine Uhr, die ganz genau gehen soll, muß mit einer Vorrichtung versehen sein, durch welche sie im Gang erhalten wird, während man sie aufzieht. Bei den Hausuhren alter Art, welche man auf die Weise aufzog, daß man bloß an einer der Schnuren zog und bei welchen dieses Aufziehen sowohl auf das Gehwerk, als auf das Schlagwerk sich äußerte, wurde dieses Aufziehen mittelst

der sogenannten endlosen Kette von Huygens bewerkstelligt, die aus einer Schnur oder einer Kette besteht, deren Enden mit einander vereinigt sind, und über zwei Rollen mit tiefen Auskehlungen und Spitzen in denselben laufen, so daß die Kette nicht gleiten kann. An einem von den beiden Bogen, welche von den oberen Rollen herabhängen, befindet sich eine Leerrolle, ohne Spitzen, welche das Uhrgewicht trägt, und in dem andern ein kleines Gewicht, nur schwer genug, um eben die Kette an die oberen Rollen anzuziehen. Angenommen nun, eine dieser Rollen sitze auf der Welle des großen Rades des Schlagwerkes mit einem Sperrrade und Sperrkegel, und die andere Rolle sitze auf der Welle des großen Rades des Gehwerkes: so kann man alsdann (wenn die Uhr nicht schlägt) das Gewicht aufziehen, indem man denjenigen Theil der Schnur herabzieht, welcher von der andern Seite des Schlagwerkes niederhängt; und doch wird das Gewicht immer auf das Gehwerk wirken. Es würde ganz dasselbe sein, wenn man das Schlagwerk und seine Rolle mit einem Schlüssel, statt durch Ziehen an der Schnur, aufziehen wollte. Auch würde es dasselbe sein, sobald kein Schlagwerk vorhanden wäre, wenn man die zweite Rolle auf eine leere Welle setzen wollte, nur würde in diesem Falle das Gewicht noch einmal soviel Zeit zum Ablaufen brauchen, wenn man annimmt, daß das Schlagwerk in der Regel dasselbe Gewicht, multiplicirt mit dem Herabsinken, als das Gehwerk erheischt.

Diese Art von drehbarer Walze ist aber offenbar nicht geeignet für eine feine astronomische Uhr, und Harrison's drehbares Sperrrad wird jetzt allgemeiner in solchen Uhren angewendet und auch in Chronometern und Taschenuhren, um die Wirkung des Räderwerks auf die Hemmung während des Aufziehens zu unterhalten. Die Fig. 40 (in welcher dieselben Buchstaben dieselben Theile bezeichnen, wie in Fig. 1) zeigt die Einrichtung dieses Gesperres. Der Sperrkegel des Sperrrades **R** sitzt auf einem andern größern Sperrrade, dessen Zähne die entgegengesetzte Richtung haben, und sein Sperrkegel **R T**

sitzt am Uhrgehäuse. Dieses Sperrrad ist verbunden mit dem großen Rade durch eine Feder s s', welche gegen die beiden Stifte s im Sperrrade und s' im großen Rade drückt. Wenn man das Gewicht aufzieht (was ebensoviel ist, als wenn man es abnimmt), so verhindert der Sperrkegel Tr, daß sich das Sperrrad rückwärts oder nach Rechts drehe; und da die Feder ss' durch das Gewicht in einem Zustande der Sperrung erhalten wurde, welche dem Gewichte selbst äquivalent war, so wird sie das Rad auf eine kurze Strecke nach Links treiben, wenn ihr Ende s mit derselben Kraft festgehalten wird, als wenn dieses Ende durch das Gewicht vorwärts geführt wird; und da das große Rad während der kurzen Zeit des Uhraufziehens sich nur sehr wenig zu bewegen hat, so wird die Feder die Uhr so lange im Gange erhalten.

Bei den gemeinern Arten der Thurmuhren wird ein einfacherer Apparat in Anwendung gebracht, welcher den Namen des Riegels und Schiebers (bolt and shutter) führt, weil er aus einem schweren Hebel mit einem breiten Ende besteht, welches das Aufziehloch verschließt, bis man den Hebel verschiebt, und dann tritt ein am Hebel oder seiner Welle befestigter Federriegel in die Zähne eines der Räder, und das Gewicht des Hebels erhält das Räderwerk im Gange, bis der Riegel wieder von selbst aus den Zähnen getreten ist.

Dieser Federriegel wird manchmal so gemacht (und zwar von Großuhrmachern, die es besser wissen sollten), daß sie ihm die Gestalt eines Sperrkegels geben, mit der Einrichtung, daß er bei einer Stellung der Radzähne nicht zwischen dieselben fällt, sondern gegen den obern Theil drückt und die Uhr zugleich hemmt. Bei der gewöhnlichen Construction ist aber keine Vorkehrung getroffen, daß er stets hoch genug emporgehoben werde, um während der Zeit des Aufziehens zwischen den Radzähnen zu bleiben, wenn der Aufseher mit dem Aufziehen zaudert, oder ihn in den Stand zu setzen, außer Wirkung zu treten, wenn das Aufziehen verrichtet ist.

Für diesen Zweck empfiehlt Herr Denison, die

Welle des Riegels und Schließers so zu machen, daß man sie in und außer Eingriff rücken kann; und statt, daß der Schließer die Aufziehöffnung verdeckt, soll derselbe in einen kreisförmigen Bogen endigen, der gerade weit genug vortritt, um zu verhindern, daß der Schlüssel zum Aufziehen eingesetzt werde, indem er einen Ring versperrt, welcher auf das Ende des Rohres gesetzt ist. Um nun den Schlüssel auf das Aufzugsviereck setzen zu können, muß man den Hebel so hoch emporheben, daß der Bogen den Ring frei macht. Während der zwei oder drei Minuten, die man zum Aufziehen der Uhr braucht, wird der Bogen wieder hinter den Ring herabtreten, so daß man nun den Schlüssel nicht wieder abnehmen kann, ohne auch die unterhaltende Kraft außer Gang zu bringen; so daß, wenn die Einrichtung so getroffen ist, daß die Uhr, wenn es sich nöthig macht, 10 Minuten im Gange bleibt, so wird sie doch niemals länger in Thätigkeit bleiben, als die wirkliche Zeit des Aufziehens.

Bei Uhren mit einem Räderaufzuge kann man sich kaum auf eine drehbare Federwalze verlassen; und deßhalb wendete Herr Dent bei der Uhr der königlichen Börse einen selbstwirkenden Gewichtsaufzug an von der Erfindung des Herrn Airy; aber wegen der großen Kosten, welche die Ausführung desselben verursacht, ist er niemals wieder angewendet worden; und wo es von Wichtigkeit ist (was bei einer großen Uhr selten der Fall sein kann), die Verdoppelung der Kraft für den Augenblick zu vermeiden, ehe das Aufziehen beginnt und nachdem es geschehen ist, da kann man einen selbstwirkenden Apparat von sehr einfacher Beschaffenheit anwenden, den Herr Denison für die große Westminster-Uhr erfand, weil eine so große Uhr ein unbequem schweres Riegel- und Schließwerk erfordern würde, wenn es auf diese Weise ausgeführt werden sollte. An dieser Uhr hängt eine Stange schräg von der Welle des großen Rades und hinter demselben herab; und am untern Ende dieser Stange befindet sich der Zapfen der Welle des Getriebes zum Aufziehen und hat einen Sperrkegel, welcher in ein

an der Hinterseite des großen Rades angebrachtes Sperrrad eingreift. Wenn man aufzuziehen anfängt, wird die Stange durch den Sperrkegel emporzugehen verhindert und es bleibt zur Zeit dann sich gleich, ob der hintere Zapfen der Welle zum Aufziehen, oder die Stütze zum Drehen des Getriebes für's Aufziehen im großen Rade sich selbst befände; und folglich wirkt das Aufziehen oder das Drehen der Walze nach Links mittelst des Rades an ihrem Ende neben dem großen Rade darauf hin, das große Rad selbst nach Rechts zu drehen, welches seine eigenthümliche Richtung ist. Die Kraft, welche auf dasselbe bei'm Aufziehen ausgeübt wird, ist in der That größer, als wenn es nicht aufgezogen wird, was indessen von keinem Belang ist; denn erfährt es bei'm Aufziehen größere Kraft, so kann man dieselbe compensiren, indem man den Hebel bis zum Betrage der Differenz mit Gewicht belastet. Die Welle zum Aufziehen ist sehr lang, während das Uhrgestell nicht weniger als $4\frac{1}{2}$ Fuß breit ist, und deßhalb ist ihre Winkelbewegung in dem vordern Zapfenloche während der Zeit des Aufziehens sehr gering. Sie läßt sich herausziehen, so daß man das Getriebe außer Eingriff mit dem Aufziehrade bringt.

Zeitgleichungs-Uhren.

Es ist kaum der Mühe werth, einigen Raum auf die Beschreibung einer Maschine zu verwenden, die so veraltet ist, als die sogenannten Aequations- oder Zeitgleichungsuhren. Ihr Zweck war, gleich den Sonnenuhren, wahre Sonnenzeit statt der mittlern Sonnenzeit zu zeigen, welche, wie wir aus den astronomischen Jahrbüchern wissen, im November 16 Minuten hinter der Sonne bleibt, im Februar vor derselben 14 Minuten voraus ist und nur viermal im Jahre mit derselben genau übereinstimmt. Diese Uhren waren in England nie sehr gebräuchlich, dagegen waren in Paris selbst die öffentlichen Uhren bis zum Jahre 1826 mit einem Aequationswerke ausgestattet, um Sonnenzeit zu zeigen. Da aber das Princip dieser Maschinerie merkwürdig ist und für einige andere Zwecke benutzt werden kann, so wollen wir in Kürze die Einrichtung derselben angeben.

In Fig. 41 sei **Aa** das Stundenrad des gewöhnlichen Vorgeleges, mit seiner Welle bis nach **C** verlängert und in entgegengesetzter Richtung mit derjenigen sich drehend, welche die Zeiger bekommen sollen. Der Minutenzeiger sitzt auf einer Röhre **b** des Rades **Bb**, welches auf der Welle **aC** sitzt. Beides sind Kegelräder mit

einer gleichen Anzahl von Zähnen, nnd sie sind verbunden durch ein Kegelgetriebe **D** von einer beliebigen Anzahl von Zähnen. Dieses Getrirbe sitzt am Ende einer Stange **Ed** und diese wiederum rechtwinklig auf der Welle **a C**. Solange nun das Ende **D** der Stange **ED** festgehalten wird, wird das Rad **B**, welches den Zeiger trägt, genau in einer Stunde, gleich dem Rade **A**, nur in entgegengesetzter Richtung, umlaufen. Aber, wenn wir, während **A** gleichförmig mit dem Räderwerke der Uhr sich bewegt, die Stange **ED** mit ihrem Getriebe bewegen, so kommt offenbar noch eine andere Bewegung zu **B** hinzu, außer derjenigen, die es von **A** erhält. Wenn wir **ED** durch **a** in derselben Richtung bewegen, in welcher sich **B** von Natur bewegt, so ertheilen wir **B** eine Zuschußbewegung von **2a**; und wenn wir die Stange oder Spindel in der anderen Richtung bewegen, so wird die Bewegung von **B** um denselben Winkel **2a** vermindert. Wenn man nun das Ende der Stange auf der Kante einer Platte von der Gestalt, wie in **Qq** gezeigt ist, die sich in einem Jahre um einen Mittelpunct **O** dreht, sich bewegen läßt, so wird das Zeigerrad beständig beschleunigt oder retardirt von Seiten des andern Rades werden, je nachdem der Punct der Platte, der sich in Berührung mit **D** befindet, in entfernterem oder näherem Abstande von seinem Mittelpuncte **O** sich befindet, als es durchschnittlich der Fall ist.

Die Aequationsplatte befindet sich aber eigentlich nicht in der Lage, wie sie hier gezeichnet worden, um ihre Gestalt erkennen zu lassen, sondern in einer Ebene parallel zu den Rädern **A** und **B** und wird geführt von einem langsam gehenden Räderwerk oder von einer Schraube ohne Ende der Welle **a**. Es bleibt sich ganz gleich, wenn wir statt der Kegelräder ein gewöhnliches Getriebe zwischen ein gewöhnliches Kammrad auf der Welle **a** und ein inneres Rad (d. h., ein Rad mit Zähnen an der Innenseite seines Randes) an die Stelle von **B** bringen; nur werden sich in diesem Falle die beiden Räder mit verschiedenen Geschwindigkeiten im Verhältniß

zur Zahl ihrer Zähne bewegen. Das Getriebe zwischen denselben sitzt in einem Putzen in der Seite der Spindel, welche mit dem einen Ende in der Hauptwelle sitzt und mit dem andern Ende in die Aequationsplatte, wie vorher, eingreift. Man könnte auch den Zweck ohne Kegelräder oder innere Räder erreichen und zwar vermittelst einer Anordnung, welche wir bei Gelegenheit der Räderaufzüge in Fig. 44 zu beschreiben haben werden. Professor Willis giebt in seinen Principles of Mechanism allen diesen Anordnungen, um einem Rade eine secundäre Bewegung zu verleihen, ohne die primäre Bewegung zu stören, die es vom Haupträderwerke erhält, den Namen encyklisches Räderwerk.

Wir können hier nicht dabei verweilen, die verschiedenen Einrichtungen an den Uhren zu beschreiben, damit sie den Monatstag, die Mondperioden und andere Erscheinungen zeigen. Der alte Tag der Monatsuhren mußte am Ende jedes Monates, der nicht 31 Tage hatte, gestellt werden; diese Einrichtungen sind indessen schon lange veraltet. Wir haben neuerdings einige wohlfeile, zu Wolverhampton gefertigte Uhren gesehen (der erste Versuch, um mit den amerikanischen Uhren zu wetteifern), die den Monatstag zeigten, ohne daß es einer besondern Stellung bedurfte; aber es würde mehr Raum zu der Beschreibung gehören, als unsere Grenzen gestatten, und wir wenden uns deßhalb zu Gegenständen von allgemeinerem Gebrauche.

Uhren mit Schlagwerken.

Es sind zweierlei Arten von Schlagwerken in den Uhren gebräuchlich. Die ältere Art, die noch immer in allen ausländischen Uhren und auch in den meisten Thurmuhren in England noch immer gebräuchlich ist, gestattet nicht, daß das Schlagen einer Stunde entweder unterlassen oder wiederholt wird, ohne daß die nächste Stunde falsch geschlagen wird. In denjenigen Schlagwerken dagegen, die in allen englischen Hausuhren angewendet sind, hängt die Zahl der Schläge, welche die Uhr schlagen soll, bloß von dem Stande eines Rades ab, welches mit dem Gangwerke verbunden ist, und deßhalb kann das Schlagen einer Stunde unterlassen oder wiederholt werden, ohne daß die folgenden Schläge dadurch in Unordnung kommen.

Bei Thurmuhren ist keine Gelegenheit, eine Einrichtung zum Repetiren anzubringen; und um die andere Einrichtung zu beschreiben, die sogenannte Bewegung der Schloßscheibe, müssen wir uns auf Fig. 46 beziehen, welche die vordere Ansicht einer großen Uhr giebt, die nach dieser Einrichtung Stunden und Viertelstunden schlägt. In demjenigen Theile des Werkes zum Schlagen der Stunden (zur linken Hand) bemerkt man einen

gebogenen Hebel **BAH**, dessen Ende **H** von der Staffel am Stundenrade 40 des Gangwerkes so eben verlassen worden ist, und am andern Ende sind zwei Aufhaltungen (die man aber in der Figur nicht erkennt, wie es eigentlich der Fall sein sollte), die eine hinter und ein Wenig unter der andern; und gegen die obere drückt jetzt das gebogene Ende eines kurzen Hebels 9 **B**, welcher auf der Welle des Windfanges sitzt. Wir übergehen die Beschreibung der Wirkung der Räder, weil sie zur Genüge deutlich ist. Bei **D** erblickt man ein Stück, welches aus dem Hebel **AB** hervorragt und in eine Kerbe im Rade 78 niederfällt. Dieses Rad ist das Schloßrad oder die Schloßscheibe, und sie hat solche Kerben, wie bei **D**, ringsum in Entfernungen von 2, 3 bis 12 von irgend einem Puncte im Umkreise, den man sich in 78 Theile eingetheilt denken muß, indem dieses die Zahl der Schläge ist, welche in 12 Stunden geschlagen werden müssen.

Diese Kerben sind ersichtlich in der Schloßscheibe des Viertelstundenschlagewerkes in Fig. 46, nicht aber im Stundenschlagewerke, weil es hier an Größe fehlt, um sie deutlich zu zeigen. Wenn nun der Arm **AB** des Hebels von der Staffel einige Minuten vor der Stunde gehoben wird, so gleitet der Stift des Windfangs hinter die erste der Aufhaltungen bei **B**, wird aber hier angehalten durch die zweite und untere, bis der Hebel genau mit der Stunde wieder gefallen ist. So kann nun der Stift passiren und ungehindert beinahe eine Umdrehung vollenden, wobei er dem Räderwerke ein Wenig fortzugehen gestatter; aber noch ehe er die Umdrehung vollendet hat, ist der Hebel wieder hoch genug gehoben worden, um beide Aufhaltungen mittelst des Cylinders mit zwei Ausschnitten und, auf der Welle des Rades 90 sitzend, dem Windfange aus dem Wege zu schaffen. Auf dem Ende der Welle des letzteren Rades ruht der Hebel mittelst einer kleinen Rolle auf, um die Reibung zu vermindern. Hat die Uhr nur einmal zu schlagen, so fällt der Hebel dann wieder nieder, und der Windfangstift

wird von der ersten Aufhaltung ergriffen, nachdem er, je nach der Zahl der in Fig. 46 gegebenen Zähne, fünf Umläufe gemacht hat. Hat die Uhr aber mehr zu schlagen, so gelangt das Schloßrad in Thätigkeit. Dieses Rad wird vom Räderwerke in Umdrehung versetzt, entweder durch einen Zwanzigertrieb, wie hier gezeigt ist, oder durch einen Rechenarm (gathering pallet) auf der Welle des zweiten Rades, und es ist leicht zu erkennen, daß, wenn einmal der Hebel aus einer Kerbe in der Schloßscheibe gehoben ist, er nicht eher wieder niederfallen kann, als bis eine andere Kerbe unter den Vorfall **D** gelangt ist; und da die Entfernung der Kerben im Verhältniß zu den Stunden steht, so bestimmt die Schloßscheibe auf diese Weise die Zahl der Hammerschläge. Der Leser kann vielleicht auf den Gedanken kommen, daß der Cylinder und die Walze eigentlich nicht nöthig seien und daß die Schloßscheibe schon allein vollkommen ausreichend sei. Manchmal werden Uhren auf diese Weise gebaut, aber sie gewähren dann keine vollkommene Sicherheit; denn die Bewegung der Schloßscheibe ist so langsam, daß, wenn nicht Alles auf's Sorgfältigste adjustirt ist, so daß gar kein Wackeln Statt finden kann, so wird der Anfang der Kerbe nicht gehörig unter den Vorfall **D** gelangen, ehe der Windfang eine Umdrehung gemacht hat, und dann wird der Hebel niederfallen, ehe die Glocke nur schlagen kann.

Fig. 42 zeigt die andere Art des Schlagwerkes, indem sie die vordere Ansicht einer englischen Hausuhr nach abgenommenem Zifferblatte darstellt. **M** ist hier, wie in Fig. 1, das Stundenrad, auf dessen Rohr der Minutenzeiger sitzt; **N** ist die hintere Seite des Stundenrades und **n** sein Getriebe, welches das Zwölf-Stundenrad **H** führt, auf dessen Rohr die sogenannte Stundenstaffel **Y** sitzt, die ausschließlich zum Schlagwerke gehört. Der Hammer wird durch die acht Stifte im Rande des zweiten Rades (das sogenannte Schlagnägelrad) im Schlagräderwerke auf eine Weise gehoben, die keiner Erklärung bedarf. Der Hammer berührt die Glocke nicht vollständig,

indem sonst ein Schwirren des Tones dadurch entstehen und die Erzeugung des vollen Tones verhindert werden würde, und wenn man die Gestalt des Hammerhelmes an der Welle betrachtet, wo die Feder **S** auf ihn wirkt, so wird man auch entdecken, daß die Feder nicht allein den Hammer gegen die Glocke treibt, wenn der Schwanz **T** gehoben ist, sondern, daß sie ihn auch wieder aufhält, ehe er die Glocke erreicht, und so wird der Schlag auf die Glocke von dem Hammer ausgeführt, nachdem er ein hinlängliches Moment erlangt hat, um etwas weiter, als an seine Ruhestelle zu gehen; manchmal werden zwei Federn angewendet, die eine zum Treiben des Hammers und die andere als Reactionsfeder. Ein Stück vulcanisirter Kautschuk, rund um die Säule gebunden, gerade an der Stelle, wo sie der Hammerhelm beinahe berührt, giebt eine vortreffliche Reactionsfeder ab.

Das Getriebe des Schlagrades hat in der Regel acht Triebstöcke; gerade soviel also, als das Rad Stifte hat; und da eine Uhr in 12 Stunden achtundsiebenzigmal schlägt, so wird das große Rad in dieser Zeit sich umdrehen, wenn es 78 Zähne hat, statt der 96, welche das große Rad des Gangwerkes für ein Mittelgetriebe von acht Triebstöcken hat. Das Schlagrad treibt das darüber liegende Rad für jeden Schlag einmal herum, und dieses Rad läßt ein viertes, an welchem man einen einzelnen Stift **P** gewahrt, sechsmal oder mehrmals umlaufen, während es selbst ein einzigesmal umläuft, und dieses Rad treibt einen Windfang, der die Geschwindigkeit des Räderwerks durch den Widerstand der Luft moderiren soll, welches Mittel schon so alt ist, als die Uhr des H. v. Wick vom Jahre 1370.

Das Rad **N** ist so eingerichtet, daß einige Minuten vor Ablauf der Stunde der Stift in demselben den Hebel **LON** so weit hebt, daß dieser wieder den Sperrkegel **C** aus den Zähnen des Rechens **BKRV** auslöst't, welcher sogleich zurückfällt (unterstützt durch eine unten angebrachte Feder), so weit sein Schwanz **V** wegen der Stundenstaffel **Y**, gegen welche er fällt, sich zurückbewegen

kann. Dabei ist die Einrichtung getroffen, daß die Zahl der Zähne, welche den Sperrkegel passirt, im Verhältniß steht zur Tiefe der Stundenstaffel; und da in der Staffel für jede Stunde eine Stufe vorhanden ist, und dieselbe mit dem Stundenweiser umläuft, so fällt der Rechen immer genau um so viele Zähne, als die Zahl der zu schlagenden Stunde beträgt. Dieses Fallen des Rechens erzeugt das Geräusch, welches man das Warnen zu nennen pflegt.

Aber die Uhr ist nicht eher zum Schlagen bereit, als bis der Hebel wiederum gefallen ist, denn sobald der Rechen gelös't worden ist, wurde eine andere Vorrichtung **G** auf der verlängerten Welle des dritten Rades in den Stand gesetzt, den Stift **K** am Rechen zu passiren, auf welchen sie vorher drückte, und nun begann das Schlagwerk, sich in Bewegung zu setzen; aber ehe das vierte Rad noch zur Hälfte herumgekommen war, wurde sein Stift **P** von dem Ende des Hebels ergriffen, der zurückgebogen ist und durch ein Loch in der Platte geht und welcher, wenn er hervortritt, dem Stifte **P** im Wege steht, so daß das Räderwerk sich nicht eher fortbewegen kann, als bis der Hebel niederfällt, was er genau mit der Stunde thut, indem der Stift **N** alsdann hinter denselben gleitet. Nun ist das Räderwerk frei; das Schlagrad beginnt, den Hammer zu heben, und die Pallette **G** ergreift im Rechen einen Zahn für jeden Schlag, bis er dahin gelangt ist, wo die Pallette gehemmt wird, indem der Stift **K** unter dieselbe gelangt.

In dieser Figur ist der Hebel bis nach **F** verlängert, wo eine Schnur an denselben befestigt ist, da dieß die geeignete Stelle für eine solche Schnur ist, sobald man im Dunkeln die Stunde zu erfahren wünscht; dagegen darf man die Schnur nicht, wie es in der Regel zu geschehen pflegt, am Sperrkegel **C** befestigen; denn bringt man sie daselbst an und zieht an der Schnur einen Augenblick zu lang, so schlägt die Uhr zu viel Mal; und setzt sich die Schnur zufällig im Gehäuse fest, so schlägt die Uhr fort, bis sie ganz abgelaufen ist. Dieses Alles

kann sich indessen nicht ereignen, wenn die Schnur an dem Hebel befestigt wird.

Die Stundenstaffel wird manchmal in einen besonderen Putzen mit dem Apparate gesetzt, den man Sternenrad und Springer zu nennen pflegt (siehe Denison's **Rudimentary Treatise, pag. 123**); da diese Einrichtung aber nur die Kosten vermehrt, ohne irgend einen ersichtlichen Nutzen zu gewähren, so beschäftigen wir uns nicht weiter damit. An der linken Seite des Gehäuses haben wir einen Hebel x angebracht mit den Buchstaben st unter demselben und si über demselben. Wenn derselbe gehoben wird bis nach si, so wird das andere Ende gegen einen Stift im Rechen drücken, das Niederfallen desselben verhindern und dadurch das Schlagen der Uhr unterdrücken. Diese Einrichtung ist weit einfacher, als der gewöhnliche Apparat, den man für das Schlagen und für das Beendigen des Schlagens anzubringen pflegt, und den wir deßhalb nicht beschreiben.

Wenn die Uhr auch Viertelstunden schlagen soll, so wird ein dritter Theil, d. h. ein Räderwerk auf der rechten Hand des Gangwerkes, noch hinzugefügt; und seine allgemeine Einrichtung ist dieselbe, wie bei'm Stundenschlagwerke, nur sind noch zwei Glocken vorhanden und zwei Hämmer, so angebracht, daß der eine ein Wenig nach dem andern gehoben wird. Es giebt eine Einrichtung, nach welcher der eine Hammer sowohl Viertelstunden, als die ganzen Stunden schlägt, jedoch kommt sie sehr selten in Anwendung, und eine Beschreibung derselben würde zu weitläufig sein. Sind mehr Viertelglocken, als zwei vorhanden, so werden die Hämmer in der Regel durch ein Schlagnägelrad gehoben, welches bloß ein Cylinder ist auf der Welle des Schlagrades (in diesem Falle in der Regel das dritte Rad im Räderwerke) mit kurzen Stiften oder Nägeln, welche in dasselbe an den entsprechenden Stellen eingesetzt sind, um die Hämmer in der Ordnung zu heben, welche für das Tönen der Glocken erforderlich ist. Die Viertelstundenschläge sind in der Regel so eingerichtet, daß sie die Stunde auslassen,

und diese Verbindung kann auf zweierlei Weise bewerkstelligt werden. Wenn die Glocken für jede Viertelstunde von verschiedenem Tone sind und nicht bloß derselbe Ton zweimal, dreimal oder viermal wiederholt wird, so kann man für sie die Repetirbewegung nicht anwenden, indem sonst die Töne in Verwirrung kommen würden, sondern man wendet dann die alte Schloßscheibenbewegung, wie bei Thurmuhren an, und denken wir uns deßhalb den Stundenhebel mit der Viertelschloßscheibe verbunden, wie es der Fall ist mit dem Rade N in Fig. 42, so ist ersichtlich, daß der Stift das Stundenschlagwerk auslös't, sobald das vierte Viertel geschlagen ist.

Wo aber die Repetirbewegung für die Viertelstunden in Anwendung gebracht wird, da ist die Sache nicht ganz so einfach; das Princip läßt sich aber in Kürze auf folgende Weise beschreiben: Die Viertelstunden haben für sich, ganz wie die Stunden, einen besonderen Rechen und eine Viertelstundenstaffel, nur daß letztere auf einem der Stundenräder M oder N, statt auf dem Zwölfstundenrade, sitzt, und daß die Staffel nur vier Stufen hat. Nun muß man sich denken, daß der Viertelstundenrechen so angebracht ist, daß, wenn er für das vierte Viertel niederfällt (wo er am Tiefsten sinket), so fällt er gegen den Stundenhebel an irgend einer Stelle zwischen O und N, so daß er ihn und den Sperrkegel C hebt. Dann wird der Stift Q von dem Speerkegel Q q gehalten und nun wird der Hebel so lange liegen bleiben, bis alle Zähne des Viertelstundenrechens vorüber sind, und wenn dieses geschehen ist, so kann er den Vorfall Q q auslösen und so das Schlagen der Stunde gestatten. Dieier Vorfall Q q kommt folglich nur da vor, wo Viertelstunden zu schlagen sind.

Diese Viertelstundenuhren werden manchmal so eingerichtet, daß sie nur dann die Viertelstunden schlagen, wenn an einer Schnur gezogen wird, z. B., von einer im Bette liegenden Person, gerade so, wie bei Repetirtaschenuhren, die jetzt selten gemacht werden, weil es schwer hält, eine so complicirte Maschine in einem so

feinen Raume in Ordnung zu erhalten. In diesem Falle wird durch das Ziehen der Schnur, welche das Schlagen der Glocke bewirkt, die Viertelstundenwalze aufgezogen, welche diejenige einer Federuhr ist (hier zwar noch nicht beschrieben, aber allgemein gut bekannt); sie wird so weit aufgezogen, als dieses die Lage einer Staffel am Stundenrade gestattet, gegen welche ein Hebel gezogen wird, gerade wenn der Schwanz des gewöhnlichen Schlagrechens gegen die Staffel am Zwölfstundenrade fällt; und es ist leicht nun zu sehen, daß die Zahl der Schläge, welche die beiden Viertelstundenhämmer schlagen, auf diese Weise abhängig gemacht werden könne von dem Betrage, um welchen die Feder, die das Räderwerk treibt, aufgezogen worden ist; ja man kann es dahin bringen, daß die Uhr selbst halbe Viertelstunden anzeigt, z. B., wenn die Staffel acht Stufen hat, so kann man der siebenten derselben gerade die hinlängliche Tiefe geben, um die zwei Hämmer dreimal schlagen zu lassen und den ersten derselben noch einmal mehr, was für die Stunde 7½ Minute anzeigen würde. In der Regel ist die Einrichtung getroffen, daß die Stunden zuerst und dann die Viertel geschlagen werden. Aber es gebricht uns an Raum, um alle diese verschiedenen Einrichtungen ausführlich zu beschreiben.

Wecker- und Wächteruhren.

In Verbindung mit diesen Schlafzimmeruhren müssen wir noch der Wecker Erwähnung thun. Vielleicht die beste Erläuterung der Art des Anschlagens eines Weckers ist eine Zurückweisung auf die rückfallenden Hemmungen, Fig. 31 und 32. Denkt man sich einen kurzen Hammer, statt eines langen Pendels, an der Achse der Palletten befestigt, während das Rad eine hinlängliche Triebkraft erfährt, so wird der Hammer offenbar rasch rückwärts und vorwärts schwingen; auch kann die Lage und die Länge des Hammerkopfes so eingerichtet werden, daß er im Innern einer Glocke zuerst an die eine, dann an die andere Seite schlägt. Was nun die Methode anlangt, den Wecker zur bestimmten Zeit auszulösen, so wird Folgendes zur Erläuterung dienen:

Wenn der Wecker immer um dieselbe Zeit ausgelöst werden soll, braucht man nur einen Stift in das Zwölfstundenrad an der geeigneten Stelle einzusetzen, damit er die Auslösung hebe, welche den Wecker um diese Zeit in Freiheit setzt. Da man aber den Wecker so bedarf, daß er zu jeder gewünschten Zeit seine Dienste leiste,

so muß dieser Auslösungsstift in ein anderes Rad (ohne Zähne) gesetzt werden, welches mit einer Frictionsfeder auf dem Rohre des Zwölfstundenrades sitzt, während zugleich ein kleines, bewegliches Zifferblatt mit ihm verbunden ist, auf welchem die Ziffern in Beziehung zum Stifte so angeordnet sind, daß der Wecker zu der bestimmten Stunde in Thätigkeit tritt, welche man vor einen kleinen Zeiger gestellt hat, der eine Verlängerung des Stundenzeigers ist. Die Auslösung des Weckers erfordert nicht denselben Apparat, wie ein gewöhnliches Schlagwerk, weil der Wecker nicht eine bestimmte Zahl von Schlägen ausführen soll, sondern so lange thätig bleibt, bis er abgelaufen ist. Deßhalb nun ist das Auslösungsstück weiter nichts, als ein Hebel mit einem Aufhalter oder einem Haken, welcher, wenn er herabgefallen ist, eins der Weckerräder festhält und es wieder laufen läßt, sobald er hoch genug gehoben wird, um dasselbe auszulösen. Man darf deßhalb den Wecker nur innerhalb der zwölf Stunden, wo er seine Thätigkeit leisten soll, aufziehen, der Stundenzeiger müßte denn sich erst nach 24 Stunden, statt wie gewöhnlich nach 12 Stunden, vollkommen umdrehen.

Wächter- oder Controluhren wird der Leser vielleicht in einem der Flügel des Hauses der Gemeinen oder in Gefängnissen und an einigen andern Orten gesehen haben, wo es sich nothwendig macht, daß ein Wächter zur Stelle sei und die ganze Nacht hindurch wache. Eine dergleichen Uhr ist ausgestattet mit einer Reihe von Nägeln, in der Regel 48 oder 96, die rings um das Zifferblatt herum vorragen; irgendwo im Gehäuse ist nun ein Griff angebracht, durch dessen Hervorziehen man denjenigen Nagel eindrücken kann, welcher dem Griffe gegenüber liegt oder mit sonst einem Hebel in Verbindung steht; andere Nägel können dagegen nicht eingedrückt werden. Dabei wird man die Bemerkung machen, daß dieses Nägelrad mit dem Stundenzeiger umgedreht werde, was bei dergleichen Uhren in der Regel binnen 24 Stunden einmal geschieht.

Es ist nun begreiflich, daß jeder Nagel, welcher des Morgens noch hervorragt, anzeigt, daß zu der bestimmten Zeit, welcher der Nagel angehört, der Wächter nicht dagewesen sei, um ihn einzuschieben, oder mit andern Worten, daß er dieses Einschieben nicht bewerkstelligt habe. An einem anderen Theile ihres Umfanges werden die inneren Enden der Nägel über eine Walze oder eine schiefe Ebene geführt, welche sie wieder zurückschiebt, so daß sie für die nächste Nacht für den Dienst wieder in Bereitschaft sind.

In der neuern Zeit hat man auf den wichtigern Eisenbahnstationen und den Hauptwerkstätten tragbare Controluhren eingeführt, die sich durch ihre einfachen, sinnreichen und zweckmäßigen Einrichtungen vortheilhaft auszeichnen und da dieselben vielleicht noch nicht allgemein bekannt sind, so theilen wir eine Beschreibung derselben mit.

Die tragbare Controluhr hat den Zweck, die Pünctlichkeit der Nachtwächter dadurch zu controliren, daß sie genau angiebt, ob, wann und in welcher Reihenfolge die zu bewachenden Localitäten von dem Wächter wirklich besucht worden sind. Ihre Einrichtung ist folgende:

In einer Umhängeledertasche ist ein verschlossenes Kästchen, zu welchem der den Wächter controlirende Beamte den Schlüssel besitzt. In diesem Kästchen ist eine Uhr, durch deren Gang eine daneben angebrachte Scheibe in Umdrehung gesetzt wird, welche, wie das Zifferblatt der Uhr, eine Stunden- und Minuteneintheilung hat und genau der Bewegung des Zeigers der Uhr folgt. Unterhalb dieser eingetheilten Scheibe ist eine zweite Scheibe mit einem kurzen Stifte, der in eine entsprechende Oeffnung der obern paßt, so daß beide Scheiben nicht gegen einander sich verrücken können. Die obere Scheibe ist abnehmbar (durch Zurückdrücken eines Schließers in der Mitte der eingetheilten Scheibe) und zwischen beide Scheiben wird eine Papierscheibe von etwas größerem Durchmesser, als dem der Metallscheiben eingelegt. Für

das Zuschneiden dieser Papierstreifen sind besondere Eisenplatten und für das Durchstoßen der mittleren Oeffnung, durch welche die Drehachse der Metallscheibe gehen muß, ein Durchschlagstift vorhanden.

Dem obersten Puncte der Metallscheiben (correspondirend der Zahl **XII** des festen Zifferblattes) gegenüber ist ein Steg mit einem Schlitze, welcher die Papierscheibe übergreift. In der Mitte dieses Schlitzes springt, wenn durch einen Mechanismus in Bewegung gesetzt, ein spitziger in einer Feder befestigter Stift in die Höhe und macht in die Papierscheibe ein kleines Loch. Da nun die Spitze des Stiftes sich immer mit Rücksicht auf die Scheibe an dem gleichen Puncte (entsprechend der Ziffer **XII** des festen Zifferblattes) befindet, während die drehbare, eingetheilte Scheibe und mit derselben die Papierscheibe, wie angegeben, genau der Bewegung des Stundenzeigers der Uhr folgt, so ergiebt sich, daß man an dem Stande der mit dem Stifte geschlagenen Oeffnung stets genau erkennen kann, wann dieselbe hervorgebracht wurde.

Der Mechanismus, der dazu dient, die Spitze in die Höhe zu schnellen, um die Papierscheibe zu durchlöchern, hat aber zugleich noch eine Einrichtung, mittelst welcher die Feder, die den Stift enthält, so bewegt weren kann, daß der Stift sein Loch in das Papier in verschiedenen Abständen von dem Mittelpuncte der beweglichen Metallscheibe durchschlägt. Zur Bewegung des genannten Mechanismus dienen eigene Schlüssel, die von Außen durch das Uhrenkästchen gesteckt und umgedreht werden. Die Schlüssel sind so eingerichtet, daß durch jeden derselben dem spitzigen Stifte eine andere Stellung mit Rücksicht auf dessen Abstand von dem Mittelpuncte der Metallscheibe gegeben wird; sie haben verschieden gestaltete Bärte und für jeden ist ein besonderes Schlüsselloch vorhanden. Wird nun in das erste Schlüsselloch (mit Nr. 1 bezeichnet) der dazu passende Schlüssel eingesteckt und umgedreht, so wird ein Loch in die Papierscheibe in nächster Nähe der Metallscheibe durchgestoßen.

Das Einstecken und Umdrehen des Schlüssels in jedem folgenden Schlüsselloche (Nr. 2, 3, 4, 5 u. s. f.) bewirkt das Durchschlagen der Papierscheibe in etwas größerem Abstande von der Metallscheibe. Man kann daher aus dem Stande der Oeffnungen in der Papierscheibe neben der Zeit des Durchschlagens zugleich die Nummer des Schlüssels erkennen, mit welchem des Durchschlagen bewerkstelligt worden ist.

Werden nun die Schlüssel, die zu diesem Zwecke an Kettchen festgemacht sind, an denjenigen Orten angebracht, welche des Nachts von dem Wächter zu besuchen sind, so ist die Uhr aufgezogen und im Gange, das Kästchen aber verschlossen; trägt der Wächter die Uhr umgehängt mit sich und besucht er der Reihe nach die vorgezeichneten Orte, indem er überall den daselbst vorhandenen Schlüssel in das richtige Schlüsselloch des Kästchens steckt und dann umdreht, so muß die Papierscheibe anzeigen, ob, wann und in welcher Reihenfolge die betreffenden Localitäten besucht worden sind. Die Kettchen, an welchen die Schlüssel befindlich, werden mit Holzschrauben an die Wand befestigt, und es kann zur Sicherheit auf die Schraube ein Siegel gedrückt werden. Schlüssel und Kette können außerdem zweckmäßig in ein hierfür angebrachtes Kästchen verschlossen werden, wozu der Wächter den Schlüssel erhält. Findet ein solcher Verschluß der Schlüssel Statt, so ist es nicht nöthig, für jedes Kästchen einen besonderen Schlüssel zu haben, sondern es genügt e i n e r für alle Kästchen. Die Ledertasche, in welcher die Controluhr getragen wird, hat zwei Lappen, von welchen der eine die Oeffnung zum Herausnehmen des Uhrkastens, der zweite die Schlüsselöffnungen bedeckt.

Die Uhr geht 30 Stunden, wird aber am Besten jeden Abend aufgezogen, wenn die neue Papierscheibe eingelegt wird. Zu den Papierscheiben wird gut geleimtes Postpapier verwendet. Die gebrauchten Papierscheiben sind mit dem Datum, und bei mehren Wächtern mit dem Namen des Wächters oder mit einer unterscheidenden

Ziffer zu bezeichnen und aufzubewahren, damit nöthigenfalls auch später noch erhoben werden kann, ob und zu welcher Stunde einer bestimmten Nacht eine oder die andere Localität von dem Wächter besucht worden ist.

Nach dem Angeführten kann nun mittelst der beschriebenen Controluhren jeden Morgen (sowie auch später) ermittelt werden:

1) um welche Zeit der Wächter die ihm angewiesenen Orte besucht hat;

2) ob er die ihm vorgeschriebene Reihenfolge der Besuche (Richtung der Begehung) eingehalten, oder welche Abweichung darin Statt gefunden;

3) wie lange Zeit er verwendet hat, um von einem Orte zum andern zu kommen;

4) wie oft er während einer Woche seine Besuche (Begehung) wiederholt hat.

Neben dieser umfassenden Controle gewährt die Einrichtung den weiteren wichtigen Vortheil, daß der Wächter genöthigt ist, sich an jedem Orte, wo ein Schlüssel vorhanden, einige Zeit zur Vornahme der nöthigen Manipulationen aufzuhalten und dadurch jede Unregelmäßigkeit um so sicherer wahrnimmt.

Federuhren.

Bis jetzt haben wir angenommen, daß alle Uhren durch ein Gewicht im Gange erhalten werden. Aber viele derselben werden bekanntlich durch eine in einem Federhause aufgewickelte Feder getrieben. In dieser Beziehung sind sie von den Taschenuhren in Nichts verschieden, und deßhalb verschieben wir alle Erörterung der Construction der Theile, welche zur Feder gehören, bis wir die Taschenuhren abhandeln. Es mag indessen hier erwähnt werden, daß die frühzeitigste Form, in welcher eine Feder angewendet worden zu sein scheint, nicht diejenige eines aufgerollten, spiralförmigen, stählernen Bandes war, sondern sie bestand aus einer geraden, steifen Feder, die am Uhrgehäuse an einem Ende befestigt war, während vom anderen Ende eine Schnur um eine Walze herum geschlagen und aufgewickelt war. Eine solche Feder konnte folglich nur eine sehr kleine Wirkung haben.

Federuhren hat man in der Regel für den Zweck angewendet, um Raum zu ersparen, und wie die Uhren in England in der Regel gemacht werden, ist es unmöglich, eine Gewichtsuhr dahin zu bringen, daß sie eine

Woche lang geht, ohne entweder ein Gehäuse von ziemlich vier Fuß Höhe, oder so schwere Gewichte anzuwenden, daß starker Druck und Reibung auf die Welle des großen Rades ausgeübt wird. Aber dieses rührt von nichts Anderem, als von der Schwere der Räder und den schlechten Getrieben her, die in den meisten englischen Uhren gebräuchlich sind, was schon aus der Thatsache bewiesen ist, daß die amerikanischen Uhren, mit weniger Gewicht und geringerem Fall, als die englischen Uhren, eine Woche lang gehen, ohne dabei durch feine Arbeit, um Reibung zu vermindern, unterstützt zu werden, indem sie sich gerade durch den Mangel aller feinen Bearbeitung in der Maschinerie auszeichnen, worauf so viel Zeit und Geld in fast allen englischen Uhren verschwendet wird. Außerdem sind in den amerikanischen Uhren sämmtliche Getriebe sogenannte Laternengetriebe (siehe Fig. 62), deren Triebstöcke nur aus Drahtstücken gemacht sind, welche um dir Achse herum in zwei Halsbändern gesetzt werden; und sonderbar genug ist dieses sowohl die älteste, als die beste Art des Getriebes, welches mit der geringsten Reibung wirkt und die wenigste Genauigkeit in den Rädern erfordert. Durchgängig sind indessen diese Getriebe in allen englischen und französischen Hausuhren gegewärtig außer Gebrauch gekommen.

Die amerikanischen Uhren liefern den Beweis, daß sie nicht zu theuer zu stehen kommen und, gehörig ausgeführt, mit Vortheil angewendet werden können, obschon es wohlfeiler sein mag, so lange es hier keine Uhrenfabriken giebt, wie in Amerika, die Getriebe nach dem alten Schlendrian in der Weise zu fertigen, daß man alle Rippen aus einem Stücke Getriebedraht ausschneidet und dadurch dem Getriebe $\frac{5}{4}$ Zoll Durchmesser und eine Welle von 2 oder 3 Zoll Länge giebt. Die Räder der amerikanischen Uhren werden alle im Fallwerke gefertigt und die Löcher in den Scheiben ebenfalls, so daß am ganzen Gangwerke einer amerikanischen Uhr in der That kaum für zwei Schillinge Handarbeit anzutreffen ist. Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Amerikaner in der Aus-

führung der Maschinen mit Hülfe von Arbeitsmaschinen die Engländer weit übertreffen. Einen Beweis dafür liefern Colt's Revolver und Hobbs's Schlösser. Im Ganzen sind die gewöhnlichen englischen Hausuhren weit davon entfernt, durch den allgemeinen Fortschritt im Maschinenwesen eine Verbesserung erfahren zu haben, ja sie sind sogar schlechter, als sie vor 50 Jahren waren und dabei haben sie einen solchen Preis, daß sie von den amerikanischen schlichten Uhren, wie auch von den französischen ornamentalen Uhren bald vom Markte vertrieben wurden; denn auch die Franzosen fertigen ihre Gangwerke mittelst Maschinen zu außerordentlich niedrigen Preisen. Noch vor kurzer Zeit standen wir auch den Franzosen in einer Art von Uhren nach, hinsichtlich welcher wir die ganze übrige Welt übertreffen sollten, und zwar in der größten Sorte von Uhren, welcher wir jetzt einige Seiten widmen wollen.

Thurmuhren.

Da eine Uhr, wenigstens das Gangwerk derselben, eine Maschine ist, bei welcher die einzige Arbeit in der Ueberwindung ihrer eignen Reibung und des Widerstandes der Luft besteht, so wird ersichtlich, wenn die Reibung und der Widerstand sehr stark vermehrt werden, daß es sich dann nothwendig macht, Hülfsmittel anzuwenden, um die Wirkung derselben zu neutralisiren, was dagegen bei einer mäßigen Reibung nicht nöthig ist. Bei einer Thurmuhr wird die Reibung außerordentlich vermehrt durch das große Gewicht aller Theile; und der Widerstand des Windes und manchmal auch des Schnees, den die Bewegung der Zeiger erfährt, vermehren fernerweit die Schwierigkeit, eine constante Kraft am Pendel zu unterhalten; und außerdem ist die Uhr dem Schmutz und dem Staube ausgesetzt, die man immer in den Thürmen findet; auch das Oel ist einer Temperatur ausgesetzt, bei welcher es während der gewöhnlichen Winterkälte beinahe gefriert. Dieser letzte Umstand allein bewirkt in der Regel, daß das Pendel im Sommer wenigstens einen halben Grad mehr Ausschlag hat, als im

Winter; und insofern die Zeitmessung wesentlich afficirt wird durch die Kraft, welche sich bis zum Pendel fortpflanzt, wie auch die Reibung an den Palletten unter denselben Bedingungen, so ist es offenbar bei einer Thurmuhr von der gewöhnlichen Construction, besonders mit großen Zifferblättern, unmöglich, einen constanten Gang bei den verschiedenen Veränderungen der Temperatur, wie der Witterung und bei dem Schmutze, dem sie ausgesetzt ist, einzuhalten. Und dennoch ist es merkwürdig, daß mit zwei Ausnahmen, die wir erwähnen werden, die englischen Uhrmacher durchgängig gegen die Annahme aller der Verbesserungen sich sträuben, die entweder im Auslande oder in England gemacht worden sind, um eine constante Kraft für das Pendel zu erhalten, und sie haben sich dabei so sehr auf die Unwissenheit des Publicums gestützt, daß sie behaupten, die Compensation des Pendels sei unnöthig, obgleich Thurmuhren größeren Temperaturveränderungen exponirt sind, als alle andern. Die einzige Entschuldigung für eine solche Behauptung ist die (und in Betreff der gewöhnlichen Thurmuhren ist sie in der That begründet), daß es nicht der Mühe werth sei, Vorkehrungen zu treffen gegen die Fehler, welche aus der Temperaturveränderung entspringen, solange die Uhr noch so großen Fehlern exponirt ist, die aus andern Ursachen hervorgehen und gegen welche die Uhrmacher keine Abhülfe kennen.

Aber im Jahre 1843 begannen eine Reihe von Verbesserungen, welche im Verlaufe von 10 Jahren die Construction und die Beschaffenheit der besten englischen Thurmuhren ganz verändert haben, so daß man jetzt im Stande ist, diesen Uhren einen bessern Gang zu verleihen, als den besten astronomischen Uhren, während zu gleicher Zeit die bloß oberflächlichen Verfeinerungen, die man anzuwenden pflegte, um den Mangel aller wissenschaftlichen Verbesserung zu verdecken, gänzlich aufgegeben worden sind und auch der Preis beträchtlich reducirt worden ist. In diesem Jahre ergiebt sich aus den Aufsätzen, die über diesen Gegenstand zur Oeffentlichkeit ge-

langt sind, daß dem verstorbenen Herrn Dent der Auftrag ertheilt worden ist, die große Uhr zu bauen für die neu erbaute königl. Börse und daß man dabei wünschte, sie möge vollkommener werden, als jede öffentliche Uhr in England, und für diesen Zweck wurde verlangt, daß sie gewissen Bedingungen entspreche, die zum erstenmal von dem königl. Astronomen aufgestellt wurden, und möge so beschaffen sein, daß keine Uhr gewöhnlicher Construction diesen Bedingungen entsprechen könne. Herr Dent hatte zu der Zeit noch keine eigene Fabrik, um große Uhren zu construiren, und mußte mehre Theile nach seiner Anweisung von einigen der wenigen Fabricanten solcher Gegenstände fertigen lassen. Aber obgleich diese Leute in der Regel den guten Willen haben, die Aufträge anderer Uhrmacher auszuführen und selbst zu gestatten, daß letztere ihre eigenen Namen auf die Uhren setzen, so war doch Herr Dent nicht im Stande, diese Uhr für sich vollständig ausführen zu lassen, und es stand deßhalb zu erwarten, daß er genöthigt sein würde, den Contract aufzugeben; aber mit der inneren Kraft und dem Genie, durch welches dieser merkwürdige Mann sich von einem Lehrlinge eines Talgkerzengießers zu der Stellung des ersten Uhrenkünstlers in der Welt emporschwang, errichtete er auch mit einem Male eine eigene Fabrik mit großen Kosten und fertigte darin die Uhr. Und von dieser, der ersten Thurmuhr, die er je gemacht hatte, war der königl. Astronom so befriedigt, daß er im Jahre 1845 das Zeugniß ausstellte, daß sie nicht allein seinen Bedingungen entspreche, sondern daß Herr Dent sehr zweckmäßige Verbesserungen eigener Erfindung hinzugefügt habe, und daß es keinem Zweifel unterliege, dieselbe sei jetzt die beste öffentliche Uhr in der Welt. Der Uhrthurm der Börse scheint mehre Streitigkeiten hervorgerufen zu haben, denn der Ton der Glocken, auf welchen die Uhr alle drei Stunden spielen sollte, machte es nothwendig, daß dieselben seit ihrer Aufstellung zweimal umgegossen werden mußten, das eine Mal von dem ersten Glockengießer und dann von einem anderen; und erst nachdem

die Uhr 8 oder 9 Jahre im Gange war, gelangte das Glockenspiel dahin, regelmäßig zu spielen.

Die Construction der Uhr der Börse war indessen für allgemeinen Gebrauch zu theuer, und deßhalb entschloß sich Herr Dent, sie zu vereinfachen. Anfangs entlehnte er viel von den Uhren der Herren Wagner, ausgezeichneter Uhrmacher in Paris; aber nach und nach brachte er verschiedene Veränderungen ihrer Einrichtung, hauptsächlich nach den Angaben des Herrn Denison, an; nnd vor seinem Tode im Jahre 1853 wurden die Einrichtungen, welche wir jetzt beschreiben wollen, als die festen Normen für die verschiedenen Arten der besten Thurmuhren angenommen. Sie sind seit der Zeit von seinem Nachfolger, Herrn Dent am Strand, und bei der königl. Börse und auch von Herrn Joyce zu Whitchurch (Salop) befolgt worden, welcher letztere schon früher den Ruf eines der besten Provinzialuhrmacher besaß; aber, so viel uns bekannt, sind sie von keinem andern Uhrmacher, sicherlich von keinem der Londoner Uhrmacher, nachgeahmt worden, obschon keine Patente denselben im Wege stehen.

Die alte, oder wie sich die Uhrmacher auszudrücken pflegen, die „lange bestehende" Form einer Thurmuhr ist die eines großen eisernen Gehäuses, an welchem einige Verticalstäbe dazu bestimmt und eingerichtet sind, die messingenen Büchsen aufzunehmen, in welchen die Radwellen laufen; und die Räder jedes Werkes, nämlich des Schlagwerkes, des Gangwerkes und des Viertelstundenschlagwerkes, stehen über einander mit ihren Zapfen in der verticalen Stange, die zu diesem Theile gehört. Manchmal sind sie so weit vorgeschritten, daß sie die Büchsen beweglich machen; nämlich daß sie dieselben mit Schrauben, statt mit Vernietung, befestigen, so daß ein einzelnes Rad ohne die anderen herausgenommen werden kann; aber sehr wenige Uhrmacher, mit Ausnahme des verstorbenen Herrn Vulliamy, hatten selbst diese ganz in die Augen springende Verbesserung angenommen. Dieses Gehäuse stand in der Regel auf einem hölzernen Stuhle am Boden der

Uhrstube. Die französischen Uhrmacher hatten seit langer Zeit die Einwendungen begriffen, welche sich gegen diese Art der Anordnung machen ließen, und wählten ein horizontales Gestell oder Bette, welches, aus einem einzigen Stücke bestehend, Alles zusammenfaßte. Auf dieses brachten sie kleinere Gestelle oder Stege, wie sie sich für solche Räder nothwendig machten, die man nicht zweckmäßig in dasselbe Niveau bringen konnte. Die Uhr des Herrn Dent im Palaste der großen Industrieausstellung, welche sich jetzt auf der King's Croß-Station in London befindet und für welche er die große Medaille erhielt, war nach diesem Plan construirt, und die Abbildung der Uhr zu Meanwood-church bei Leed's, Fig. 43, wird dieselbe genügend erläutern. Alle Räder des Gangwerkes, bis auf's große Rad, sind in einem besonderen Gestell, dem sogenannten Bewegungsgestell, welches in sich geschlossen und leicht genug ist, um es ganz abzunehmen und fortzuschaffen, so daß jede Reinigung oder Reparatur, die sich in dem feinsten Theile des Werkes nothwendig machen sollte, in der Uhrenfabrik vorgenommen werden kann, ohne daß das große Rad, die Walze und das Seil dabei im Geringsten berührt werden.

Selbst dieses Bewegungs- oder Gangwerkgestell ist jetzt aufgegeben; aber wir wollen die Beschreibung der noch weit einfacheren Art des Gestelles, in welchem alle Räder über oder unter dem großen, horizontalen Bette liegen, verspaten, bis wir denjenigen Theil der Uhr beschrieben haben, welcher in Fig. 43 die Worte „Aufzugswindfang" über sich trägt.

Räderwerksaufzüge.

Unter dem Capitel der Hemmungen erwähnten wir die Ursachen der Fehler bei allen gewöhnlichen Hemmungen, wo das Pendel den Impuls vom Uhrräderwerke erhält, nämlich die Veränderung der Reibung wegen Schmutz, Mangel an frischem Oel, Verdickung des Oels in kalter Witterung, und die Wirkung des Windes auf

die Zeiger. Man hatte längst eingesehen, daß alle diese Fehlerquellen, ausgenommen die Reibung der Palletten, beseitigt werden können (das Problem der Gewichtshemmung als hoffnungslos angenommen, wie es sich durch zahlreiches Mißlingen dargestellt hatte), wenn man die Kraft des Hemmungsrades abhängig mache von einem kleinen Gewichte oder einer Feder, die in kurzen Zwischenräumen von dem großen Uhrgewichte und dem Räderwerke aufgezogen werden.

Dieses gewährt auch den Vortheil, dem kleinen Minutenzeiger in diesen Intervallen, nämlich von einer halben Minute, wenn das Aufzugswerk abgelaufen ist, eine plötzliche und sichtbare Bewegung zu ertheilen, so daß man die Zeit von dem Minutenzeiger einer großen öffentlichen Uhr ebenso genau erfahren kann, als von dem Secundenzeiger einer astronomischen Uhr; und außerdem läßt sich auch größere Genauigkeit in der Auslösung des Schlagwerkes erlangen. Der Versuch, den Vortheil einer constanteren Kraft zu erlangen, wurde indessen schon vor vielen Jahren gemacht, ehe man noch auf den Gedanken kam, den Thurmuhren einen Gang verleihen zu können, welcher demjenigen astronomischer Uhren gleichkommt; und wir glauben, daß der Erste, welcher eine große Uhr mit einem Räderaufzug construirte, der verstorbene Herr Thomas Reid, Uhrmacher zu Edinburgh, gewesen sei, welcher den Artikel über Uhren in der ersten Auflage dieses Werkes geschrieben hat und ihn hernach weiter ausführte in einem wohlbekannten Buche, in welchem dieser Aufzug beschrieben ist. Das Hemmungsrad wurde getrieben durch ein kleines Gewicht, welches an einer endlosen Kette nach Huygens's Einrichtung hing, von welcher die eine Rolle an der Welle befestigt war und die andere auf der Welle saß, sammt dem daran befestigten Getriebe; letzteres wurde geführt und das Gewicht aufgewunden durch das darunter liegende Rad (welches wir das dritte Rad nennen wollen) in folgender Weise: Angenommen, das Hemmungsrad drehe sich in einer Minute um, so hat die Welle desselben eine

halb durchgeschnittene Kerbe an gegenüberliegenden Seiten, an zwei Stellen, die einander nahe liegen. Auf der Welle des dritten Rades, welches in 10 Minuten umläuft, wollen wir nun ein anderes Rad annehmen mit zwanzig Stiften, die aus seinem Rande vorragen, aber abwechselnd in zwei verschiedenen Ebenen, so daß die eine Reihenfolge von Stiften durch eine der Kerben in der Welle des Hemmungsrades und die andere Reihenfolge durch die andere Kerbe passiren kann. Wenn nun das Hemmungsrad einen halben Umlauf vollendet hat, so geht ein Stift durch und das dritte Rad kann sich nun bewegen und mit ihm das ganze Räderwerk der Uhr, sowie auch die Zeiger, bis der nächste Stift der andern Reihenfolge von der Welle des Hemmungsrades ergriffen wird; zu derselben Zeit wird das Getriebe an dieser Welle halb herumgedreht, windet das Aufzugsgewicht auf, ohne jedoch den Druck desselben dem Hemmungsrade abzunehmen. Reid sagt, daß, so lange dieser Apparat in guter Ordnung erhalten wurde, die Uhr besser gegangen sei, als nachher, wo er entfernt worden war, weil er durch das beständige Schlagen der Stifte gegen die Welle in Unordnung gerathen war.

Die Uhr der Börse wurde nach demselben Principe construirt, nur wendete man, statt der endlosen Kette, ein inneres Rad an mit Stiften an der Außenseite desselben, welches (wie wir unter dem Artikel Aequationswerk erklärt haben) eins der Mittel ist, durch welches einem Rade eine gelegentliche secundäre Bewegung gegeben werden kann, ohne daß man seine primäre und regelmäßige Bewegung stört. Eine Abbildung des Aufzuges der Börsenuhr und auch der Kegelräder (wie bei'm Aequationswerk, Fig 41), was man in der Regel bei den französischen Uhren mit Aufzug anwendet, ist mitgetheilt in dem **Rudimentary Treatise** des Herrn Denison; und aus Gründen, die gleich einleuchten werden, braucht sie hier nicht wiederholt zu werden, besonders weil die nachstehende eine weit einfachere Einrichtung eines Gewichtsräderaufzuges darstellt, die auch von den

Franzosen angewendet wird. Es sei E in Fig. 44 das Hemmungsrad, welches in einer Minute umläuft, und e sein Getriebe, welches von dem Rade D geführt wird. welches ein Getriebe d hat, das von dem zweiten oder Mittelrade C geführt wird, von welchem wir annehmen können, daß es in einer Stunde umläuft. Das Hemmungsrad und das Mittelrad haben folglich besondere Wellen und ihre Zapfen laufen in einer Büchse, die irgendwo zwischen den Rädern befestigt ist. Die Zapfen des Rades D liegen in dem Gestelle A P, welches auf den Wellen des Mittelrades und des Hemmungsrades oder auf einer andern kurzen Welle zwischen denselben sitzt. Das Mittelrad führt auch ein anderes Rad G und letzteres wiederum das Getriebe f auf der Welle, welche die beiden Arme f A, f B trägt; und auf derselben Welle sitzt ein Windfang mit einem Gesperre, wie dasjenige des Windfanges eines gewöhnlichen Schlagwerkes, und die Zahl der Zähne ist so eingerichtet, daß der Windfang in derselben Zeit, wie das Hemmungsrad, umläuft. Die Enden der Aufzugsarme f A, f B sind im Stande, abwechselnd die Kerben zu passiren, welche halb durch die Welle des Hemmungsrades geschnitten sind, indem diese Kerben successiv in die geeignete Stellung nach dem Ende jeder halben Minute gelangen; und sobald dieses der Fall ist, hebt das Mittelrad das bewegliche Rad D und sein Gestell durch einen kleinen Winkel; demungeachtet aber drückt dieses Rad auf das Hemmungsrad, als ob es sich nicht bewege, indem der Berührungspunct des Rades C und des Getriebes d den Stützpunct oder den Mittelpunct der Bewegung des Hebels A d B bilden. Es muß bemerkt werden, daß an den Aufzugsarmen f A, f B Federn aufgesetzt sind, um den Schlag gegen die Welle des Hemmungsrades zu mildern, indem es erwünscht ist, daß der Windfang nicht so groß sei, um die Bewegung des Räderwerkes und folglich der Zeiger zu langsam zu machen, um sie bemerken zu können. In allen französischen Uhren mit Aufzug auf der großen Industrieausstellung war die Be-

wegung zu langsam und folglich weniger leicht genau zu erkennen, als an der Westminsteruhr, an den Uhren der königl. Börse und der Station King's-Croß an welchen das Springen der Zeiger alle halbe Minuten sehr deutlich ist. In den französischen Uhren wird auch der Windfang in der Regel durch eine Schraube ohne Ende ohne das Zwischenrad **G** in Bewegung gesetzt; aber bei einer Schraube ohne Ende findet ein enormer Verlust der Kraft durch Reibung Statt und folglich ist große Gefahr vorhanden, daß die Uhr entweder in der Kälte oder weil es an Oel fehlt, stille steht.

Bei allen diesen Gewichtsaufzügen muß man indessen die Bemerkung gemacht haben, daß man nur die Reibung der schweren Theile des Räderwerkes und des Vorgeleges beseitigt und daß das Hemmungsrad immer der Reibung der Aufzugsräder unterworfen ist, welche, obschon weit geringer, als die andere, doch noch immer ziemlich beträchtlich ist. Es sind deßhalb häufig Versuche gemacht worden, das Hemmungsrad durch eine ähnliche Spiralfeder, wie im Federhause einer Taschenuhr, in Bewegung zu setzen. Einer dieser Versuche ist in der letzten Ausgabe der **Encyclopaedia Britannica** beschrieben worden; und vor einigen Jahren erfand Herr Airy eine andere Art, von welcher zwei oder drei Exemplare durch Herrn Dent gefertigt worden sind. Aber man fand, und das mußte man schon vorher sehen, daß diese Vorrichtungen alle fehlerhaft waren in der Art der Federbefestigung, und daß sie nur die Kosten der Uhr vermehrten, ohne einen entsprechenden Vortheil zu bringen; und die Folge davon war, daß Federaufzüge und Aufzüge im Allgemeinen endlich als eine bloße Täuschung betrachtet wurden. Es ist indessen jetzt vollkommen bewiesen, daß sie keinesweges eine Täuschung sind; denn durch eine sehr einfache Veränderung der früheren Pläne kann man einen Spiralfederaufzug so einrichten, daß er absolut ohne alle Reibung wirkt, mit Ausnahme derjenigen der Hemmungsradzapfen und der Auslösungsfedern **A B** in der letzten Figur. Die Uhr zu Meanwood, Fig. 43,

war die erste dieser Art; aber es wird sich nöthig machen, eine besondere Darstellung des Aufzugwerkes zu geben.

In Fig. 45 sind E, e, D, f, A und B dieselben Gegenstände, wie in Fig. 44, aber das Hemmungsradgetriebe e ist nicht mehr an der Welle befestigt, sitzt auch nicht auf der Welle, wie es der Fall gewesen ist bei allen früheren Federaufzügen, indem dadurch wahrscheinlich mehr Reibung erzeugt wird, als man in andern Hinsichten ersparte; aber es läuft in einem Putzen k, welcher im Uhrgehäuse sitzt. An der vorderen Seite des Getriebes sitzt eine Scheibe, deren einziger Zweck ist, einen Stift h zu tragen (und folglich kommt auf ihre Gestalt nichts an), und in die vordere Seite der Scheibe ist eine Büchse b, mit einem Loche durch dieselbe, gesetzt. Die Hälfte desselben nimmt das Ende des Putzen k ein, an welchem die Büchse mittelst eines kleinen Stiftes befestigt ist; und die andere Hälfte bildet das Zapfenloch für die Hemmungsradwelle. Auf die Welle ist eine Aufzugsfeder s gesetzt (in der Regel wendet man eine mäßig starke Feder einer Spieldose an), deren äußeres Ende in eine Schlinge gebogen ist, um den Stift h aufzunehmen. Eigentlich sind zwei Stifte bei h, der eine ein Wenig hinter dem andern, um zu verhüten, daß die Federwindungen einander berühren. Nun liegt es auf der Hand, daß die Feder zur Hälfte oder zum vierten Theil in den gehörigen Intervallen aufgezogen werden kann, ohne dem Hemmungsrade die Kraft zu nehmen und auch ohne dasselbe durch irgend eine Reibung zu afficiren.

Wenn das Hemmungsrad in einer Minute umläuft, so kann die Auslösung verrichtet werden, wie zuvor beschrieben, durch ein Paar Kerben in der Welle des Hemmungsrades, durch welche die Stifte A B in Fig. 44 abwechselnd passiren. Aber bei Uhren mit nur 3 Rädern im Werke thut man am Besten, das Hemmungsrad in 2 Minuten seinen Umlauf vollenden zu lassen, aber alsdann hat man vier Kerben und vier Aufzugsarme nöthig, und der Windfang wird nur eine Viertelumdrehung ma-

chen. Deßhalb traf nun Herr Denison, welcher diesen Aufzug erfand, die folgende Vorkehrung, um die Reibung des Auslösungswerkes zu vermindern:

Das Windfanggetriebe f hat nur halb so viel Zähne, als das Hemmungsradgetriebe, indem es ein Laternengetriebe von 7 oder 8 Triebstöcken ist, während das andere 14 oder 16 wirkliche Zähne hat (und deßhalb wird dasselbe Rad D beide angemessen führen, wie weiter unten gezeigt werden soll). Die Welle des Hemmungsrades endet in einen Cylinder von ungefähr $\frac{5}{8}$ Zoll Durchmesser mit 2 Kerben, rechtwinklich in seine Seiten geschnitten, von denen die eine schmal und tief und die andere breit und flach ist, so, daß ein langer und dünner Stift, wie B, nur durch die eine, und ein breiter und kurzer Stift A durch die andere passiren kann. Nun kann bei jedem Viertelumlauf des Hemmungsrades der Aufzugwindfang, an welchem die Stifte A B auf Federn sitzen, wie in Fig. 44, einen halben Umlauf machen. Auf seine Welle f ist mit einem Viereck Sperrrad und Sperrkegel gesetzt, wodurch man im Stande ist, die Feder bis zur erforderlichen Spannuug zu adjustiren, um den gehörigen Ausschlag des Pendels zu erhalten. Der Windfang ist nicht (ausgenommen bei sehr großen Uhren) von den Auslösungsarmen getrennt, weil man keine Veranlassung dazu gefunden hat; aber der Schlag auf den Cylinder wird dadurch gemildert, daß der Windfang über eine Frictionsfeder passiren muß (was in dieser Figur nicht deutlich gezeigt werden konnte), gerade ehe er den Cylinder erreicht. Es entsteht allerdings ein beträchtliches Geräusch bei jeder Auslösung; dieses rührt aber großentheils von dem Rückfalle gegen den oberen Theil dieser Frictionsfeder her; und einige dieser Uhren sind jetzt seit dem Jahre 1849 im Gange, ohne daß ihnen aus dieser Ursache ein Nachtheil entstanden wäre, und ihre Leistung ist um so befriedigender, als diejenige der Gewichtsaufzüge, daß Herr Dent neulich den Gewichtsaufzug der Uhr auf der königl. Börse in einen Federaufzug umänderte, mit dem unmittelbaren Erfolg, daß

das Uhrgewicht um den dritten Theil vermindert werden konnte.

Es verdient indessen bemerkt zu werden, daß selbst ein Federaufzug ein größeres Gewicht erheischt, als wenn dieselbe Uhr gar keinen Aufzug hätte; da aber nichts von dieser Zusatzkraft sich bis auf's Pendel fortpflanzt, so ist dieser Umstand von keinem Belang. Die Kraftveränderung der Aufzugfeder durch die Temperatur ist, da sie das Pendel nur durch Vermittelung der ruhenden Hemmung afficirt, bei Weitem zu klein, um eine bemerkbare Wirkung hervorzubringen; auch hat man gefunden, daß Uhren dieser Art mit einem compensirten Pendel von 8 Fuß Länge und ungefähr 2 Ctr. Schwere nicht über eine Secunde in einem Monate variiren, wenn die Paletten rein und gut geölt erhalten werden. Keine Thurmuhr ohne einen Räderaufzug oder eine Gewichtshemmung wird diesem Grade der Genauigkeit nur nahe kommen.

Die Einführung dieses Aufzuges führte zu einer andern sehr wichtigen Veränderung in der Construction großer Uhren. Bis jetzt hatte man es immer für nöthig gehalten, die Räder, um die Reibung so weit wie möglich zu vermindern, aus Messing oder Bronce zu machen und die Zähne derselben in einer Maschine zu schneiden. Die französischen Uhrmacher hatten zuerst gußeiserne Theile im Schlagwerke angewendet, und gußeiserne Räder wurden auch gelegentlich im Gangwerke geringerer Uhren der Wohlfeilheit halber angewendet. Soviel wir wissen, hat Herr Vulliamy den Vorschlag gemacht, wenn er sie nicht auch vor einigen Jahren in wohlfeilen Uhren wirklich angewendet hat; aber gußeiserne Räder sind niemals in Anwendung gekommen in irgend einer Uhr, welche Ansprüche auf Genauigkeit machte, vor der Uhr des Herrn Dent im Jahre 1851, welche nach dem Berichte der Geschwornen in den letzten 10 Wochen der Ausstellung nur 3 Secunden variirte. Seit der Zeit sind alle in dieser Fabrik construirten großen Uhren entweder mit diesem Aufzuge oder mit der weiter oben beschriebenen 3schenkligen Gewichtshemmung, mit gußeisernen Rädern

gemacht worden; und im Jahre 1852 wurde von dem königlichen Astronomen und Herrn Denison entschieden, die beide von dem Arbeitsbureau für die große Westminster-Uhr zu Rathe gezogen wurden, die ursprüngliche Bedingung bronzener Räder für diese Uhr in gußeiserne umzuändern.

Einige Personen haben die Befürchtniß geäußert, daß die gußeisernen Räder rosten würden; aber nichts kann ungegründeter sein, denn sie werden immer mit Oelfarbe angestrichen, und die aufeinanderreibenden Oberflächen können auch geölt werden. Ein merkwürdiger Beweis, wie thöricht die Denunciationen der Uhrmacher in Betreff der gußeisernen Räder sind, ist neulich auf der königlichen Börse geliefert worden. Wegen der schlechten Lüftung der Uhrkammer, verbunden mit den Wirkungen der Londoner Atmosphäre, waren einige dünne Theile der Messingarbeit so sehr zerfressen worden, daß sie erneuert werden mußten, und einige derselben wurden durch eiserne ersetzt. Alle polirten Theile aus Messing oder Eisen waren so rauh geworden, als ob sie niemals im Geringsten polirt gewesen wären; die einzigen Theile der Uhr, die von der feuchten und schlechten Luft nicht gelitten hatten, waren die aus mit Oelfarbe angestrichenem Eisen. Die Uhrkammer ist jetzt gelüftet worden, indem ein Luftzug dieselbe durchstreicht und alles Eisenwerk, bis auf die Flächen, welche aufeinander reiben, sind mit Oelfarbe angestrichen. Aber selbst an den günstigsten Oertlichkeiten verliert das Messing oder die Bronze ihre Oberfläche weit früher, als das Gußeisen einen frischen Anstrich bedarf.

Fig. 46 ist eine vordere Ansicht einer der großen Uhren des Herrn Dent, welche Viertelstunden schlagen, mit allen Rädern auf dem großen horizontalen Bette, einer Gewichtshemmung und einem compensirten Pendel. Diese Uhren werden in zwei Größen gemacht; nach der einen sind die großen Schlagräder von 18 Zoll und nach der andern von ungefähr 15 Zoll Durchmesser. Diese Uhren hat auch Herr Joyce zu Whitchurch nachgeahmt;

die andern Londoner Uhrmacher und die meisten Provinzialuhrmacher bleiben noch immer bei der alten Form von der Gestalt eines Käfigs für's Gehäuse und stemmen sich gegen compensirte Pendel, verbesserte Hemmungen, gußeiserne Räder und Drahtseile und überhaupt gegen alle Verbesserungen, die wir hier erwähnen. Hier wird das Schlagen durch Kammen bewerkstelligt, die in die großen Räder von $1\frac{1}{8}$ Zoll Dicke bei großen Uhren gesetzt werden und die stark genug sind für eine Stundenglocke von zwei Tonnen Gewicht und für die entsprechenden Glocken zu den Vierteln.

Drahtseile werden angewendet, weil sie nicht allein länger dauern, wenn sie gut gefettet werden, sondern weil auch eine hinlängliche Zahl von Windungen auf eine Walze geht, die noch nicht halb so lang ist, als man sie für Hanfseile von derselben Stärke haben müßte, ohne daß sich die Touren übereinander legen, was man sehr zweckmäßig, wo möglich, vermeidet, obschon es bei Drahtseilen nicht so nachtheilig ist, als bei Hanfseilen. Auf diese Weise kann man die Schlagkammen auch immer auf dem großen Rade anbringen, statt auf dem zweiten Rade, wodurch man mehr an Reibung erspart, als Jemand sich vorstellt, der noch nicht das Eine und das Andere versucht hat. Bei der großen Westminster-Uhr hielt man es für besonders wichtig, das Schlagen von dem großen Rade verrichten zu lassen, sowohl die ganzen Stunden, als auch die Viertelstunden an vier Glocken, indem acht Räder für die Viertel gebraucht wurden, weil einige der Schläge auf dieselbe Glocke zu kurz nach einander wiederholt wurden, um hinlänglichen Fall für die Hammerhebel zu erlangen, ohne zwei abwechselnde Hämmer für jede Glocke nöthig zu haben.

Wenn diese Uhr nach dem Plane ausgeführt worden wäre, den Herr Vulliamy entworfen hatte (welcher zuerst auf die Empfehlung von Sir C. Barry zu Rathe gezogen worden war), so würde das Schlagen mittelst des zweiten Rades und die vermehrte Reibung durch eine Zahl von Flaschenzügen und Hanfseilen, die $1\frac{1}{2}$ Zoll dick

sein sollten, wie er beabsichtigte, Schlaggewichte nöthig gemacht haben, von denen jedes wahrscheinlich gegen vier Tonnen gewogen hätte, obschon sie den enormen Fall von 170 Fuß hatten; und man würde zum Aufziehen der Uhr einen ganzen Tag nöthig gehabt haben. Gegenwärtig wiegt jedes dieser Gewichte 1½ Tonne, indem man einen Kraftverlust von ungefähr ein Viertel durch Reibung und in dem Zwischenraume zwischen dem Fall des Hammers und dem Anfange seines Hebens angenommen hat, was man als hinlänglich erfunden hat bei Uhren von der Construction, wie sie in Fig. 46 angegeben ist; obwohl man bei Uhren der gewöhnlichen Construction zwei Drittel der Kraft oft verliert durch Reibung und die schlechte Einrichtung des Hammerwerkes.

Wir haben dem Viertelstundenschlagrade dieselbe Zahl von Zähnen gegeben, wie dem Stundenschlagrade, bloß für den Zweck, um den Vortheil der Weglassung des vierten Viertels darzulegen, wie es in mehren Uhren geschehen ist, welche neuerdings nach dieser Einrichtung gebaut worden sind. Es ist von keinem Nutzen, die Viertel mit der Stunde zu schlagen, und verdoppelt beinahe das auszuführende Werk; läßt man dagegen das vierte Viertel weg, so kann man die Viertelglocken größer machen, und der Schlag wird deßhalb lauter, als es sonst geschehen kann, weil die erste Viertelglocke um eine Octave höher sein muß, als die Stundenglocke; werden dagegen die Viertel und die Stunde nicht zusammengeschlagen, so können die Viertelglocken mit der vierten und siebenten Glocke aus einer Reihe von acht Glocken geschlagen werden; und wo es auf Wohlfeilheit ankommt und keine Glocken für die Uhr in Bereitschaft sind, da kann man mit zwei Glocken auskommen, von denen die größere für das zweite Viertel und auch für die Stunden benutzt wird, nur für letztere mit einem etwas schwereren Hammer. Dieses ist der Fall bei der Uhr des Herrn Joyce, an der neuen Sparcassebank zu Chester, die nach dem Plane von Fig. 46 erbaut worden ist. Außerdem ist man im Stande, mit der Weglassung des vierten Viertels

die berühmten Viertelglocken der Kirche von St. Mary zu Cambridge (mit nur einer geringen Veränderung in einer derselben) mit einer Reihe von nur acht Glocken, mit der zweiten, dritten, vierten und siebenten, und zwar mit sehr geringen Zusatzkosten herzustellen. Sollen dagegen alle vier Viertel auf vier Glocken geschlagen werden, so macht dieß einen beträchtlichen Zusatz zur Uhr nöthig, außerdem auch eine Reihe von zehn Glocken, indem sie dann auf der ersten, zweiten, dritten und sechsten geschlagen werden, während die zehnte für das Schlagen der Stunden bestimmt ist. Die nachfolgenden sind die Viertelglocken der früher erwähnten Uhr der Cathedrale zu Fredericton, die nachgeahmt worden sind bei der Uhr der Kirche von Scarborough und bei derjenigen von St. Mary zu Cambridge, ferner auch noch bei der großen Westminster-Uhr. Die Einrichtung der Viertelglocken an der Uhr der Börse ist anders und steht der obigen bei Weitem nach; und die Viertel auf der ersten, zweiten, dritten und vierten Glocke einer Reihe schlagen zu lassen, ist noch schlechter, obschon gewöhnlicher.

	Fredericton.
erste	2347
zweite	4237
	4324
dritte	3724
	7324
	2347
Stunde . .	8

	Cambridge.	
zweite	3126	vierte
	3213	
dritte	1326	
	6213	
	1236	erste
Stunde .	10.	

Zu Cambridge sitzen die Glocken auf einer Walze, welche sich in der Stunde zweimal umdreht, wie aus obiger Tabelle hervorgeht, und welche von dem großen Rade mit einem großen Verluste an Kraft bewegt wird. Die Uhr wird alle Tage aufgezogen; bei einer Uhr, welche acht Tage lang in einem Aufzuge geht, würde dazu ein sehr großes Gewicht und eine weit größere Belästigung der Räder erforderlich sein. Wir haben bereits mitgetheilt, was gethan worden ist, um dieses bei der Westminster-Uhr zu vermeiden.

Keine besondere Zahl von Kammen oder Zähnen macht sich am Schlagrade nöthig; gegen zwanzig dersel- ben sind ausreichend; wo man aber vier Viertel auf zwei Glocken schlagen läßt, da muß das Schlagrad für die Viertel nothwendig halb soviel Zähne haben, als das Stundenrad; denn wenn dieses nicht der Fall ist, so würde das Seil sich ein zweites Mal über die Hälfte der Walze schlagen, indem an jeder Viertelglocke in den zwölf Stunden 120 Schläge, für die Stunden dagegen nur 78 erfolgen; werden dagegen nur drei Viertel ge- schlagen, so gehören dazu nur 72 Schläge. Wenn die zwei Viertelhebel (gewöhnlich die Hammerschwänze ge- nannt) sich auf derselben Welle befinden, so bedarf man zwei Reihen von Kammen, und zwar eine auf jeder Seite des Rades, wogegen eine einzige Reihe ausreichend ist, wenn die Hammerschwänze so angebracht sind, wie in Fig. 46. Der Hebel zum Stundenschlagen hat, wie man finden wird, eine andere Gestalt, um den Druck auf seine Welle zu vermindern, indem sie so nur = der Differenz statt = der Summe von Drucken an den beiden Puncten seiner Wirkung ist. Dieses kann erreicht wer- den mit den beiden Viertelhebeln, wie in dem Werke des Herrn Denison gezeigt ist; aber diese Einrichtung macht noch viel Extraarbeit nöthig, und da die Hämmer für die Viertelstunden immer leichter sind, als derjenige für die Stunde, so ist es kaum der Mühe werth, diese Einrichtung in Anwendung zu bringen. Die Gestalt der Kammen ist ein Gegenstand, der einige Aufmerksamkeit erheischt, aber wir werden ihn zweckmäßiger in Betrach- tung ziehen, wenn wir zu den Zähnen der Räder kommen.

Selbst in der geringfügigen Angelegenheit der Wind- fanggesperre hat sich Gelegenheit zur Verbesserung gefun- den. Sie werden fast immer mit scharfen Zähnen ge- macht, wie diejenigen eines Sperrrades zum Aufziehen, und die Folge davon ist, daß, wenn sie aus Gußeisen ge- fertigt werden, wie es manchmal von Uhrmachern ge- schieht, die um keinen Preis gußeiserne Räder anwenden

wollen, so werden die Zähne durch den Sperrkegel abgebrochen. Dieß kann vermieden werden, wenn man den Zähnen die Gestalt eines umgekehrten V giebt und mit solchen Zähnen den Umfang des Kreises besetzt, und den Sperrkegel nur so weit reichen läßt, daß die Fläche des Zahns, den er berührt, rechtwinkelig zum Sperrkegel steht. Die Feder braucht nur ganz schwach zu sein. In vielen Uhren scheint man beabsichtigt zu haben, mit den Sperrkegeln der Windfänge und der Walzen soviel Geräusch, als nur möglich, zu machen. In der Westminster-Uhr hat man die Unannehmlichkeit des Klapperns der Sperrkegel während mehrer Stunden, die zum Aufziehen nöthig sind, dadurch zu beseitigen gesucht, daß man das Auffallen derselben auf die Zähne durch Stoßfedern mildert, für welche hinlänglicher Raum vorhanden ist.

Der Hammer einer großen Uhr muß immer aufgehoben bleiben, nachdem er auf die Glocke geschlagen hat, besonders, wenn es eine Uhr mit Räderaufzug ist, bei welcher der erste Schlag in dem Augenblicke erfolgen muß, wo der Zeiger von $59\frac{1}{2}$ Minute auf 60 springt, indem immer eine gute Zahl von Secunden verloren geht, während das Räderwerk in Thätigkeit tritt und den Hammer trifft. Wird er dagegen aufgehoben erhalten, so ist der Druck auf die Aufhaltungen und auf alle Getriebe über dem großen Rade nur derjenige, welcher auf den Ueberschuß der Kraft der Uhr über das Gewicht des Hammers kommt, und nicht die volle Kraft des Gewichtes; er ist deßhalb leichter vom Gangwerk auszulösen und wird nicht leicht die Aufhaltungen zerbrechen.

In Fig. 46 ist das mit 60 bezeichnete Rad in jedem der Schlagwerke ein Aufziehrad am vordern Ende der Walze, und das Getriebe zum Aufziehen ist mit 10 bezeichnet; ein größeres Getriebe wird dem Zwecke entsprechen, wo der Hammer nicht über 40 Pfund wiegt, und bei kleinen Uhren bedarf es keines Hülfsrades zum Aufziehen. Aber in diesem Falle muß die Schloßscheibe von einer Sammelpallette (gathering pallet) oder einem Getriebe mit zwei Zähnen an der Welle des zweiten

Rades geführt werden und einen Federsperrhaken haben, um sie fest zu erhalten. In allen Fällen dürfen die Hammerstiele, wo möglich, nicht unter zwei Fuß lang sein; denn je kürzer sie sind, desto mehr wird verloren durch die Veränderung der Neigung für ein gegebenes Emporheben von der Glocke. Bei manchen Uhren, welche in der neuern Zeit von Herrn Dent mit festen und nicht mit schwingenden Glocken aufgestellt worden sind, sitzt der Hammerkopf auf einem doppelten Stiele, welcher mit seinen Zapfen die Glocke umfaßt, aber nicht nach französischer Art über der Glocke, weil der Hammer dann in einem schlechten Winkel schlagen würde, sondern an jeder Seite der Glocke in ungefähr drei Viertel ihrer Höhe. Bei dieser Einrichtung geht weniger vom Hub verloren, als bei der gewöhnlichen Art der Befestigung. Der Hammer der Westminster-Uhr soll auch auf diese Weise befestigt werden.

Der erste Umstand, welcher in dem Gangwerke von Fig. 46 zu bemerken ist, besteht darin, daß das Stundenrad, welches die Staffeln trägt für die Auslösung der Viertel und für das Schlagen, kein Theil des Räderwerks ist, der mit dem Hemmungsrade in Verbindung steht, sondern ganz unabhängig, so daß das ganze Räderwerk vom großen Rade bis zum Hemmungsrade nur aus drei Rädern besteht. Hätte die Uhr eine ruhende Hemmung statt einer Gewichtshemmung, so würde das mit 96 bezeichnete Rad das Hemmungsrad sein; und da es in 90 Secunden umläuft, würde es für ein Pendel mit $\frac{5}{4}$ Secunden Ausschlag, wie es bei Uhren mit dieser Gewichtshemmung zu sein pflegt, 36 Zähne oder Stifte nöthig haben.

Das Stundenrad sitzt lose auf seiner Welle, oder die Welle kann sich vielmehr im Rade drehen, indem sie die Staffeln und die Kegelräder führt, welche alle Vorgelege in Bewegung setzen, sowie auch den regulirenden Zeiger, und sie ist am Stundenrade mittelst Druckschrauben am Rande einer runden Scheibe befestigt, welche gerade hinter ihm auf der Welle sitzt und die man mit der

Hand dreht. Der regulirende Zeiger dreht sich, wie man finden wird, in falscher Richtung, weil, wo das Zifferblatt der hintern Seite der Uhr gegenüberliegt, Kegelräder nicht nöthig sind, und die Welle läuft dann gerade an die Hinterseite des Zifferblattes.

Es war Mode, Uhren mit vier Zifferblättern ziemlich in die Mitte der Uhrkammer zu setzen, so daß die Leitungsstange in gerader Linie nach dem horizontalen Kegelrade in der Mitte emporgeführt werden konnte, welches alle andern Räder in Bewegung setzte. Die Uhr kann indessen in der Regel fester auf Tragsteine oder gußeiserne Balken gesetzt werden, die in die Wand eingemauert worden sind; auch ist es gar nicht nöthig, daß die Leitungsstange vertical sein müsse. Sobald sie nämlich in einer verticalen Ebene allen Rädern der Uhr parallel ist (angenommen, die Uhr habe mit den Wänden einen winkelrechten Stand), so kann die Stange eine so schräge Richtung verfolgen, als es nur beliebt. Und wenn dieses der Fall ist, darf man sie, wie es gewöhnlich geschieht, durchaus nicht mit Universalgelenken versehen, sondern man läßt die Zapfen oben und unten in schrägen Zapfenlöchern laufen. Die Gelenke vermehren die Reibung beträchtlich und gewähren nicht den geringsten Nutzen, außer in dem Falle, wo die Stange zu lang ist, um sich selbst gerade zu halten. Wo sich die Stange in der Mitte der Uhrkammer befindet und drei oder vier Zifferblätter vorhanden sind, da müssen die beiden horizontalen Kegelräder an jedem Ende derselben etwas größer, als alle andern sein, sowohl als dasjenige in der Uhr, wie auch als diejenigen des Vorgeleges; denn sonst kommen die drei oder vier Räder in der Mitte zu nahe aneinander und stecken ganz fest.

Wenn das Pendel sehr lang und schwer ist, so muß man es an der Mauer aufhängen, es müßte denn das Uhrgehäuse einen starken Träger in seiner Mitte haben, aber ein sechsfüßiges Pendel (was ungefähr die völlige Länge für ein Pendel von $\frac{5}{4}$ Secunden ist) von nicht größerem Gewichte als zwei Centnern kann am Uhrge-

häuse aufgehangen werden, sobald dasselbe so stark ist, als die allgemeine Construction der Uhr erheischt und sobald es auf Tragsteinen oder eisernen Tragbalken ruht. Man pflegte in der Regel das Pendel hinter dem Uhrgehäuse aufzuhängen; aber insofern das Seil des Gangwerkes immer etwas schwächer sein kann, als dasjenige des Schlagwerkes und dieser Theil in andern Hinsichten geringere Tiefe erheischt, wird eine andere und zusammengedrängtere Einrichtung in den Uhren in Anwendung gebracht, die wir jetzt beschreiben wollen. Die hintern Zapfen der Räder des Gangwerkes laufen in Büchsen, welche in einer Stange sitzen, die 3 oder 4 Zoll von der Rückseite des Gehäuses absteht und mit den zwei Querstangen verbunden ist, deren Enden in der Figur punctirt angegeben sind. Der Pendelkloben befindet sich an der hintern Seite des Gehäuses, und das Pendel hängt in demselben. Bei Uhren mit Gewichtshemmung läuft noch eine andere dünne Stange zwischen der Hinterwand des Gehäuses und der Stange, in welcher die Büchsen für die Räder sitzen, und sie hat nur die Bestimmung, die Büchse für das dreischenkelige Hemmungsrad aufzunehmen. Die Arme der Gewichtshemmung und der Windfang bewegen sich zwischen diesen beiden Stangen, indem die Gabelstifte bis unter dieselben kommen und hier das Pendel erreichen. Die Palletten sitzen in einem messingenen Stege, der auf den großen Pendelkloben aufgeschraubt ist.

Bei Thurmuhren wird die Adjustirung für den Schlag in der Gewichtshemmung nicht mit Schrauben, wie in Fig. 39, sondern mit excentrischen Gabelstiften mit Schraubenmuttern bewerkstelligt. Dasselbe kann man nun auch bei kleinen Uhren thun, aber wegen des beschränkten Raumes und wegen der Leichtigkeit der Arme der Gewichtshemmung ist es nicht so zweckmäßig, als die Anwendung der Schrauben am Pendel zur Adjustirung des Schlages. Die Gabelstifte müssen aus Messingdraht und nicht aus Stahl gefertigt sein, auch darf man kein Oel auf dieselben bringen.

Dieselbe Einrichtung läßt sich auch bei einer Uhr mit ruhender Hemmung und mit oder ohne Räderaufzug anbringen, nur hängt alsdann das Pendel nicht so hoch, und das vordere Ende der Pallettenwelle muß in einem ähnlichen Stege laufen, wie diejenigen der Windfänge des Schlagwerkes an der vordern Stange des Gehäuses. Und bei einer ruhenden Hemmung, besonders, wenn kein Aufzug damit verbunden ist, muß das Pendel länger und schwerer sein, als jenes, welches für eine Gewichtshemmung ganz ausreichend ist.

In Verbindung mit diesem Gegenstande wollen wir noch ein Wort über Zifferblätter sagen. Die feststehende Form der Zifferblätter für Thurmuhren ist ein Stück Kupferblech, convex getrieben, damit es seine Gestalt behalte; und dieses ist gerade die schlechteste Form, welche der menschliche Scharfsinn für diesen Zweck hätte auffinden können. Denn erstens wird der Minutenzeiger, der nothwendig über dem Stundenzeiger liegen muß, dadurch viel zu weit von den Minuten entfernt, welche er zeigen soll und zwar wegen der convexen Form des Zifferblattes; und befindet er sich nun in irgend einer Stellung, außer in einer beinahe verticalen, so ist man nun unmöglich im Stande, genau zu erkennen, wo er hinzeigt; und wenn er so gebogen wird, daß man diese Wirkung der Parallaxe vermeidet, so hat er ein sehr schlechtes Aussehen. Zum Zweiten sieht ein converes Zifferblatt in einer beträchtlichen Höhe, von Unten aus betrachtet, in der That noch converer aus, als es wirklich ist, weil die Gesichtslinien von der Mitte und dem obern Theile des Zifferblattes einen kleinern Winkel mit dem Auge machen, als die Linien von der Mitte und dem unteren Ende desselben im Verhältniß zum Grade der Converität. So einfach das Mittel gegen diese Mängel ist, indem man nämlich das Zifferblatt, statt conver, nur concav zu machen braucht, so ist es doch, unsers Wissens, niemals angewendet worden, bis Herr Dent diese Verbesserung auf den Vorschlag des Herrn Denison in einigen Uhren für die große nördliche Eisenbahn zu Doncaster und auf

der Plateform der Kings-Croß-Station in Anwendung brachte. Da convexe Zifferblätter eine größere Krümmung zu haben scheinen, als sie wirklich besitzen, so scheinen dagegen die concaven nicht so gekrümmt zu sein, als in der Wirklichkeit, so daß man sie leicht für ganz ebene Zifferblätter halten kann, obschon die Krümmung ganz dieselbe ist, wie gewöhnlich. Es ist kein Grund vorhanden, warum man dieselbe Form in Stein, Cement, Schiefer oder Gußeisen ausführen sollte, in welchen Materialien Zifferblätter manchmal und zwar sehr zweckmäßig ausgeführt werden, indem nämlich der mittlere Theil für den Stundenzeiger versenkt wird, so daß der Minutenzeiger ganz dicht über den Ziffern läuft und auf diese Weise die Parallaxe vermieden wird.

Wenn Zifferblätter groß sind, z. B., bis zu 7 oder 8 Fuß, so ist es ein ganz unnützer Aufwand, sie aus Kupfer oder selbst Gußeisen oder Schiefer zu machen, sobald das Mauerwerk mäßig glatt gearbeitet ist, indem die meisten Arten der Steine die Oelfarbe sehr gut annehmen und festhalten, auch die Vergoldung auf ihnen besser haftet, als es oft auf Kupfer oder Eisen der Fall ist.

Die Ziffern werden in der Regel viel zu groß gemacht. Die Leute haben ein gemaltes Musterzifferblatt, und wenn die Ziffern nicht so lang sind, als der dritte Theil des Radius, wodurch sie mit den Minuten ohngefähr zwei Drittel der ganzen Fläche des Zifferblattes einnehmen, so ist man der Meinung, sie seien nicht groß genug, um in einiger Entfernung gelesen zu werden; dagegen ist es Thatsache, daß die Ziffern, jemehr sie vom Zifferblatte einnehmen, um desto undeutlicher werden, und daß auch der Stand der Zeiger um desto schwieriger zu erkennen sei. Der Stand der Zeiger aber ist es eigentlich, was die Leute zu sehen brauchen, ohne daß sie nöthig haben, die Ziffern zu erkennen, die recht gut durch zwölf starke Puncte ersetzt werden könnten.

Die Regel, welche man, nach verschiedenen Versuchen, als die beste für die Verhältnisse des Zifferblattes ange-

nommen hat, ist folgende: Man theile den Radius in drei Theile und lasse die innern zwei Drittel rein und eben und mit einer Farbe überzogen, die einen starken Contrast zur Farbe der Zeiger bildet, z. B., schwarz oder dunkelblau, wenn die Zeiger vergoldet sind, und weiß, wenn dieselben schwarz sind. Das letzte Drittel wird nun wieder in drei Theile getheilt, und die Ziffern nehmen davon zwei Drittel über dem freien Raume ein, und in das letzte Drittel an den Rand kommen die Minuten, wovon jede fünfte Minute stärker markirt sein muß, als die übrigen. Es darf auch kein Rand, wie es gewöhnlich der Fall ist, von gleicher Farbe oder Vergoldung mit den Ziffern das Zifferblatt umgeben, vorhanden sein.

Die allerschlechteste Art von Zifferblättern sind die sogenannten Skelettzifferblätter, die entweder keine Mitte, außer dem Mauerwerke, haben, welches keinen sichtbaren Contrast mit dem Zeiger bildet (auf diese Weise haben die Behörden des Trinity-College zu Cambridge unlängst ihre wohlbekannte doppelt schlagende Uhr umgeändert, die von dem berühmten Dr. Bentley aufgestellt war und die, wie man zu sagen pflegte, einmal für Trinity und einmal für das frühere St. John's College, welches keine Uhr hatte, schlug), oder man hat sich besondere Mühe gegeben, dadurch den Zuschauer zu verwirren, daß man den mittlern Theil mit strahlenden Stangen ausfüllt. Wo man ein Zifferblatt, ohne dadurch die Architectur zu stören, nicht anbringen kann, thut man viel besser, dasselbe ganz wegzulassen, wie es der Fall ist in vielen Cathedralen und großen Kirchen, und bloß durch Schlagen der Stunden und Viertelstunden die Zeit zu verkünden. Dabei erspart man auch etwas und vielleicht einen beträchtlichen Theil an der Größe und den Kosten der Uhr, und wenn es eine Uhr ohne Räderaufzug oder Gewichtshemmung ist, so kann sie dann einen um desto bessern Gang haben. Die Größe der öffentlichen Zifferblätter ist oft ihrer Höhe und der Entfernung, aus welcher sie gesehen werden sollen, sehr wenig angemessen. Sie müssen wenigstens einen Fuß Durchmesser für jede

10 Fuß Höhe über dem Boden bekommen, und in manchen Fällen noch mehr, wenn man das Zifferblatt aus weiter Entfernung sehen will. Ein Verzeichniß der Größen verschiedener öffentlicher Zifferblätter mit Anführung einiger zu kleinen, findet man in dem Werke des Herrn Denison. Hier mag es genügen, die obige Regel als eine solche aufzuführen, daß sie von den Architecten beachtet werden muß, indem sie sich derselben oft nicht eher erinnern, als bis es zu spät ist.

Die Kunst, die Zifferblätter zu beleuchten, befindet sich noch nicht in einem befriedigenden Zustande. Wo ein vorspringendes Dach, was zwar selten der Fall ist, in einem kleinen Abstande unter dem Zifferblatte vorhanden ist, da kann man letzteres durch Reflex beleuchten, wie dasjenige der **Horse-guards** in London, das einzige Verdienst, welche diese abergläubisch verehrte und abgenutzte Uhr besitzt; und vielleicht läßt sich dasselbe durch bewegliche Lampenreflectoren bewirken, wie man sie des Abends vor die Schaufenster zu stellen pflegt, und die man alsdann den Tag über gegen die Wand drehen könnte. Aber eine solche Einrichtung würde, sowohl in der Ausführung, als in der Beaufsichtigung theuer zu stehen kommen, wenn dieselbe sich auch zweckmäßig einrichten lassen sollte.

Man hat auch den Vorschlag gemacht, das Zifferblatt in die Mauer zu versenken und es durch Gasflammen zu beleuchten, die aus einem vorspringenden Rande nach Einwärts gerichtet sind, der wie ein sogenanntes Kappengesims an Kirchenfenstern ringsum geführt ist. Aber es ist ein wichtiger Einwand gegen versenkte Zifferblätter selbst von geringerer Tiefe, als hier nöthig sein würde, daß sie am Tage nicht Licht genug bekommen und nicht vom Regen abgewaschen werden. Die gewöhnliche Art der Beleuchtung besteht darin, daß man die Zifferblätter entweder ganz, oder mit Ausnahme der Ziffern, Minuten und eines Ringes, der sie trägt, aus Glas verfertigt, auf der Innenseite matt geschliffen oder mit Leinwand überzogen (Oelfarbe verliert ihre Farbe durch's Gas).

Das Gas wird immer brennend erhalten, aber die Uhr ist so eingerichtet, daß sie die Gasröhre beinahe verschließt, aber auch vollkommen zur gehörigen Zeit durch ein Vierundzwanzigstundenrad öffnet, in welches Stifte mit der Hand eingesetzt werden, je nachdem sich die Länge des Tages verändert. Manchmal läßt man auch dieses Schließen und Oeffnen durch einen ganz selbstthätigen Apparat besorgen, der indessen etwas complicirt ist und eine unnöthige Ausgabe verursacht. Aber diese Zifferblätter haben immer am Tage ein ganz schlechtes Aussehen; und da Zifferblätter weit mehr bei Tage als bei Nacht gebraucht werden, so können wir nicht behaupten, daß der gegenwärtige Zustand der Beleuchtungskunst zu empfehlen sei; auch darf man nicht vergessen, daß der jährliche Aufwand, um drei oder vier Zifferblätter zu beleuchten, weit mehr beträgt, als die Interessen der ganzen Anschaffungskosten einer gewöhnlichen Uhr.

Ein anderer Einwand gegen die Beleuchtung großer Zifferblätter von der Innenseite ist der, daß es dann unmöglich wird, auswendig an den Zeigern Gegengewichte anzubringen, wenn man dieselben nicht vielleicht von Glas verfertigen will. Und werden nur Gegengewichte an der Innenseite angebracht, so hat man noch nicht das geringste Gegengewicht gegen die Kraft des Windes, der dann beständig dahin wirkt, die Zeiger an der Welle locker zu machen, und dieses Bestreben wird noch dadurch verschlimmert, daß der Zeiger selbst nach einer Richtung hin drückt, während er emporgeht und nach der andern, während er niedergeht. Und ist derselbe einmal im geringsten Grade locker geworden, so wird er sehr bald schlechter durch beständiges Wackeln. In dem Werke des Herrn Reid wird erwähnt, daß der Minutenzeiger der St. Paul's-Cathedrale, welcher über 8 Fuß lang ist, über eine Minute zu sinken pflegte, wenn er von der linken Seite nach der rechten Seite der XII überging, ehe er an der Außenseite ein Gegengewicht erhielt. Wir bemerken noch, daß unter den Bedingungen, die für die Westminster-Uhr aufgestellt worden sind, ausdrücklich die

mit vorkommt, „daß die Zeiger auswendig sowohl in Betreff des Windes, als auch in Betreff ihrer Schwere ein Gegengewicht bekommen.“ Der lange Zeiger muß gerade und eben sein, um ihn soviel wie möglich von dem Stundenzeiger unterscheiden zu können, der in ein Herz ausläuft, oder sich sonst an seinem Ende ausbreitet. Viele Uhrmacher und Architecten bemühen sich dagegen, die Zeiger einander so ähnlich zu machen, wie nur immer möglich; und es ist nicht ungewöhnlich, daß man selbst die Gegengewichte vergoldet erblickt, wahrscheinlich für denselben Zweck, scheinbare Symmetrie und wirkliche Verwirrung hervorzubringen.

Ehe wir den Gegenstand der Thurmuhren verlassen, wollen wir noch einige Einzelnheiten in Betreff der großen Uhr für die Parlamentshäuser hinzufügen, welche nach dem Contracte (wie aus den Parlamentsbekanntmachungen hervorgeht) schon im Februar 1854 aufgestellt sein sollte, aber wahrscheinlich noch einige Jahre wird warten müssen, ehe der Thurm für die Uhr fertig ist. Die Uhr selbst ist in Herrn Dent's Fabrik schon einige Zeit lang im Gange gewesen. Sie ist durchaus nach den Angaben des Herrn Denison und unter seiner Oberaufsicht gebaut worden, indem diejenige des königlichen Astronomen bloß nominell war und in der letzten Zeit ganz aufhörte. Die vier Zifferblätter sollen 22 Fuß im Duchmesser haben, die größten unseres Erachtens in der Welt mit einem Minutenzeiger; die größeren Zifferblätter auf dem Continente haben nur einen Stundenzeiger. Der Minutenzeiger nimmt wegen seiner größeren Länge, Geschwindigkeit, Schwere, Reibung und der Wirkung des Windes auf denselben, wenigstens zwanzigmal soviel Kraft in Anspruch, um ihn in Bewegung zu setzen, als der Stundenzeiger. Außerdem geht diese Uhr eine Woche, statt einen Tag, und dieses vermehrt wiederum sehr beträchtlich das nöthige Gewicht und die Stärke, besonders in den Theilen des Schlagwerkes. Die Wirkungen der Reibung und des Windes bei solchen Zeigern, wie diese, machen es zur Unmöglichkeit, daß die Uhr nur

so gut, wie eine gewöhnliche Kirchenuhr, geht, sobald sie kein Aufzugwerk besitzt; und dennoch entstand ein heftiger Widerstand von Seiten der andern Uhrmacher, daß diese Construction nöthig oder überhaupt anzuwenden sei. Sie besitzt aber in der That sowohl den Räderaufzug, Fig. 45, als die Gewichtshemmung Fig. 39, die erstere für den Zweck, den Zeigern eine sichtbare Bewegung in jeder halben Minute zu geben, wenn der Punct des Minutenzeigers sich ziemlich 7 Zoll bewegt; und das letztere, weil es am Unabhängigsten von denjenigen Veränderungsursachen ist, welche eine Thurmuhr in solcher Lage am Meisten zu afficiren pflegen.

Das große Rad des Gangwerks ist 27 Zoll im Durchmesser; das Pendel ist 15 Fuß lang und wiegt 680 Pfund, und das Hemmungrad, welches durch eine Spieldosenfeder am dritten Rade in Bewegung gesetzt wird, wiegt gegen ½ Unze. Alle Räder, mit Ausnahme des Hemmungsrades, sind aus Gußeisen, d. h., mit gegossenen und nicht mit geschnittenen Zähnen, und alle haben fünf Speichen. Die Walze hat 23 Zoll Durchmesser, aber nur 14 Zoll Länge, indem dieser Theil nur ein Seil erheischt, welches nicht über ¼ Zoll dick ist und fünfundfunfzig Touren für 8½ Tag aufnehmen kann. So lange bleibt nämlich dieser Theil im Gange, das Schlagwerk dagegen nur 7½ Tag, so daß, wenn man das Aufziehen an dem gehörigen Tage zufällig unterlassen hätte, die Uhr nicht stille steht, sondern durch ihr Schweigen die Nachlässigkeit verräth. Das zweite Rad hat 12 Zoll Durchmesser und ein Laternengetriebe von zwölf Triebstöcken und wird geführt von 180 Zähnen am großen Rade; das zweite Rad hat 120 Zähne und führt das Getriebe des Federaufzuges und den Windfang, wie in Fig. 45 beschrieben. Dieser Theil hat alle hintern Zapfen in dem großen Uhrgehäuse und die vordern in einer zwischenliegenden Stange, welche auf zwei Querstangen liegt. Die Weite des Gehäuses für das Schlagwerk beträgt ziemlich 5 Fuß, wogegen nur 2 Fuß für das Gangwerk erforderlich sind. Die Auslösungswelle läuft indessen bis zur vordern Seite des großen Gehäuses, und auf der-

selben sitzen auch die Staffeln zur Auslösung des Schlagwerkes, ferner das erste Paar Kegelräder, welche 16 Zoll Durchmesser haben. Die schon früher beschriebene Welle zum Aufziehen läuft auch durch die vordere Seite des Gehäuses.

Die Größe der Stundenglocke, welche ursprünglich zu 14 oder 15 Tonnen angegeben war und deßhalb über 9 Fuß im Durchmesser und ziemlich 8 Fuß in der Höhe hatte, bestimmt die Größe der Theile des Schlagwerkes, denn davon hängt ab das Gewicht des Hammers, welches nicht unter 4 Centner nach dem gewöhnlichen Verhältnisse mit einer Hubhöhe des Hammers von wenigstens einem Fuß sein darf; er wird wahrscheinlich nach dem Muster der Pendellinse gegossen werden; und dieses bestimmt mit gehöriger Berücksichtigung des Kraftverlustes durch Reibung u. s. w., das Gewicht des Schlagwerks auf etwas mehr als $1\frac{1}{2}$ Tonnen. Und dieses erheischt ein Drahtseil von $\frac{1}{2}$ Zoll Dicke; unddieses muß wiederum eine Walze von einer bestimmten Länge und Durchmesser für eine solche Zahl von Touren haben, welche die zweckmäßigste Anordnung der Schlagradskammen gestatten, von denen achtzehn auf einem Rade von 37 Zoll im Durchmesser sitzen. Und diese Größe endlich war nöthig, um alle Räder unberührt von der Walze zu erhalten. Die Kammen sind $2\frac{1}{4}$ Zoll dick, dieselbe Dicke, wie bei'm großen Rade; und der Hammerhebel ist von entsprechender Größe. Das Rad am Ende der Walze zum Aufziehen der Stunden und der Viertel ist von gleicher Größe mit den resp. großen Rädern; und da eine doppelt multiplicirende Kraft zum Aufziehen erforderlich ist, so sind auch das zweite Rad und sein Getriebe ganz so wie diejenigen des Räderwerks in jenem Falle; diese Räder zum Aufziehen lassen sich außer Eingriff mit den großen Rädern zum Aufziehen rücken, aber nicht mit ihren eigenen Aufziehgetrieben, welche für diesen Zweck lang gemacht sind.

Es ist auch hier eine Einrichtung vorhanden, um das Aufziehen zu hemmen, wenn die Uhr im Begriff zu

schlagen ist, indem das Aufziehen jedes Theiles des Schlagwerkes wahrscheinlich zwei Stunden in Anspruch nimmt.

Die zweiten Räder haben etwas mehr als 18 Zoll Durchmesser. Das zweite Rad im Räderwerke in jedem Theile des Schlagwerkes führt ein Kegelrad, welches den Windfang über der Uhr an einer verticalen Welle in Bewegung setzt, wie bei der Börsenuhr, um ihn den Leuten aus dem Wege zu bringen, welche die Uhr aufziehen oder untersuchen.

Die großen Räder haben alle 180 Zähne; das zweite Rad des Stundenschlagwerks hat deren 105 und einen Funfzehnertrieb, so daß es mit jedem Schlage zwei Drittel Umgang macht, und der Hebecylinder auf seiner Welle hat 3 ausgeschnittene Segmente, und zwei derselben werden bei jedem Schlage passirt, — wahrscheinlich eine neue Anordnung, aber höchst zweckmäßig hier in Bezug auf die Zahl der Zähne.

Die Größe der Stundenglocke bestimmt auch diejenige für die Viertel; die größte Viertelglocke wird ungefähr dieselbe Größe haben, wie die große Glocke der Kirche St. Paul, die 5½ Tonnen wiegt. In dem Viertelschlagwerke ist ziemlich dieselbe Anordnung, wie im Stundenschlagwerke. Die acht Kammräder, welche eigentlich eine Glockenspielwalze für die acht Hämmer der vier Glokken bilden, sind bereits erwähnt worden. Aber die Hebel sind nicht so, wie in dem Viertelschlagwerke der Fig. 46 angegeben worden, denn sie sind 19 Zoll lang von der Welle bis zu dem Ende, welches von den Kammen niedergedrückt wird, und der Drahtzug läuft ziemlich vom Ende empor, dabei dreht sich das Rad in entgegengesetzter Richtung vom Viertelrade in Fig. 46, so daß das Gewicht so direct wie möglich auf die Hebel und nur mit Differentialdruck entweder auf ihre Welle, oder auf diejenige des großen Rades wirkt.

Die großen Räder haben in diesem Theile 38½ Zoll im Durchmesser, und die ganze Masse der Walze, der großen Räder und Kammräder wiegt nicht weniger als

17 Centner. Man kann in der That sagen, daß diese Uhr wenigstens achtmal so groß ist, als eine große Cathedraluhr, z. B., wie diejenige, welche in Fig. 46 beschrieben worden ist, indem die Räder der Westminsteruhr mehr als doppelt so groß sind, als letztere in jeder Dimension. Die ganzen Räder, mit Ausnahme der Windfangsräder und der Getriebe zum Aufziehen, liegen oben auf dem großen Gehäuse, welches durch Bindebalken von 19 Zoll Dicke verbunden ist (gleich den Bindebalken des Krystallpallastes); dieselben ruhen auf zwei Mauern, welche 11 Fuß weit voneinander stehen und von dem Boden des Thurmes senkrecht aufsteigen. Das Gehäuse oder das Gestell wird $15\frac{1}{2}$ Fuß lang sein; die Schlagrollen werden gegen $2\frac{1}{2}$ Fuß im Durchmesser haben und in Zapfen laufen, wie es bei Uhrrollen immer der Fall sein sollte. Sie werden in der Regel zu klein gemacht, so daß die Rolle um einen dicken Bolzen sich dreht, welcher durch den Block oder das Gehäuse läuft, wodurch natürlich die Reibung beträchtlich vermehrt wird. In Bezug auf die Haltbarkeit gußeiserner Zähne, können wir noch hinzuzufügen, daß ein Segment von einem dieser großen Räder bis zum Zerbrechen geprüft wurde, und es ertrug einen Druck von 6 Tonnen und brach auch dann nur, weil der Zapfen nicht ganz eben auf demselben geruht hatte: das größte Gewicht, welches der Zahn während seiner Thätigkeit zu tragen haben kann, wird ungefähr $\frac{1}{2}$ Tonne sein.

Elektrische Uhren und Vorgelege.

Die Anwendung der Elektricität auf Uhrenwerke hat die Aufmerksamkeit wissenschaftlicher Männer und einiger Uhrmacher vor einigen Jahren beschäftigt, und endlich hat man diese Uhren bis zu einem Zustande hinlänglicher Vollkommenheit gebracht, um sie selbst für astronomische Zwecke benutzen zu können. Es muß übrigens bemerkt werden, daß der Ausdruck elektrische Uhren zwei ganz verschiedene Dinge begreift. Die eine Art besteht nämlich aus bloßen Vorgelegen, deren Zeiger durch elektrische Verbindung mit einer Normaluhr nach den Grundsätzen des elektrischen Telegraphen in Bewegung gesetzt werden, was vor ungefähr 15 Jahren zuerst Prof. Wheatstone in Ausführung gebracht hat; und die andere Art sind Uhren, welche statt der Gewichte durch Elektricität im Gange erhalten werden, die aber bis zu den Verbesserungen von Seiten des Herrn Shepherd zu Leaden-hall Street in Bezug auf genaue Zeitmessung als völlig mißlungen betrachtet werden können, indem die ersten Verfertiger sich der Elektricität bedienten, um dem Pendel direct den Impuls zu geben und folglich auf diese Weise

keinen gleichförmigen Impuls erlangten. Herr Shepherd benutzte dagegen die Elektricität zum Heben eines kleinen Gewichtes, welches nach Art der Gewichtshemmung dem Pendel den Impuls giebt, immer aber noch nicht ohne einige Wirkung auf das Pendel, die man besser vermeidet und die auch vermieden werden kann, wie sogleich erklärt werden soll. Ohne daß wir beabsichtigen, uns in die unfruchtbare Untersuchung über die Priorität der Erfindung einzulassen, dürfte es doch zweckmäßig sein, zu erwähnen, daß sich auf der Londoner Industrieausstellung vom Jahre 1851 mehre ausländische elektrische Uhren nach demselben Grundsatze des Herrn Shepherd, und eine ganz genau nach demselben in ihrer Construction befunden haben. Seine großen Vorgelege, welche sich in der Ausstellung befanden, mußten als völlig mißlungen betrachtet werden; und es kommt uns nicht wahrscheinlich vor, daß die Erschütterung des Gebäudes, der er den unrichtigen Gang derselben zuschrieb, ausreichend gewesen sei, um denselben zu erklären. Aber er hat seit der Zeit einige weiteren Verbesserungen an denselben gemacht, die wir erklären wollen, nachdem wir die Construction der elektrischen Vorgelege beschrieben haben.

Wenn man das Gewicht von einer Uhr mit rückfallender Hemmung abnimmt und die Palletten mit der Hand rückwärts und vorwärts bewegt, so treibt man die Zeiger rundum, nur in der falschen Richtung. Wird folglich die Hemmung umgekehrt und die Palletten werden von Magneten geführt, die abwechselnd in magnetischen Zustand versetzt und aus demselben zurückgebracht werden durch die wohlbekannte Methode, einen elektrischen Strom durch einen um eine Stange weiches Eisen gewickelten Draht zu leiten, so wird, wenn der Contact bei jeder Pendelschwingung einer Normaluhr eintritt, die Uhr ohne das Gewicht offenbar genau die Zeit mit der Normaluhr zeigen, und es fragt sich nur noch, wie man am Besten den Contact bewerkstelligt, was nicht so leicht ist, als es zu sein scheint, und zwar wegen der Kürze

der Zeit, in welcher es geschehen muß. Der erste Vorschlag bestand darin, auf die Welle des Hemmungsrades ein Rad aufzuziehen; welches in 60 leitende und 60 nicht leitende Räume eingetheilt ist, mit einer auf dasselbe drückenden Berührungsfeder. Aber hiergegen lassen sich mehre Einwendungen machen. Eine derselben ist die Reibung, welche den Gang stark afficirt, sobald nicht die Uhr groß und mit einem schweren Pendel versehen ist. Ein weit schlimmerer Uebelstand ist ferner der, daß die Contactoberflächen nicht rein genug bleiben, um den Contact zu sichern und zwar überall da, wo Reibung zwischen ihnen Statt findet, indem letztere die Oxydation befördert. Nur ein Contact ohne Reibung zwischen Gold- oder Platinoberflächen scheint sich fortwährend gut zu halten. Der verstorbene Herr Dent machte ein elektrisches Vorgelege und hielt es auf diese Weise so lange im Gange, daß er von dem Gelingen überzeugt war; alsdann hat man den Vorschlag gemacht (dem auch Herr Shepherd beitritt), das Pendel selbst den Contact mit zwei Federn unterhalten zu lassen, welche in der Nähe des oberen Endes bei jeder Schwingung wirken; aber man wendet dagegen ein, daß eine Veränderung in der Kraft der Federn durch die Temperatur, indem sie am Ende des Bogens wirkt, die Schwingungszeit des Pendels afficirt, — derselbe Grund, weßhalb Hardy's Hemmung mißlang, wie weiter oben bemerkt worden. Wenn man indessen die Federn sehr schwach und das Pendel schwer macht, so dürfte dennoch diese Methode für die meisten Zwecke ausreichend sein. Eine andere Methode, deren man sich neuerdings auf der königlichen Sternwarte bediente, besteht darin, ein Rad auf der Welle des Hemmungsrades mit 60 Zähnen eine schwache Feder gegen eine Contactplatte oder gegen eine andere Feder in jeder Secunde drücken zu lassen, während die elektrische Strömung durch die beiden Federn läuft. Wenn aber eine Veränderung in der Reibung zwischen dem Rade und der Feder Statt findet, so afficirt sie den Gang der Uhr. Mit einer Gewichtshemmung würde die Reibung

allerdings nichts zu bedeuten haben; und wenn man einen Sechser = Laterntrieb für das 3schenkliche Hemmungsrad anwendet, so wird das Minutenrad 60 Zähne haben und schon allein ausreichend sein, den Contact zu bewirken.

Es giebt noch eine andere Methode, die man mit der Gewichtshemmung in Anwendung bringen kann, indem man nämlich die Palletten oder die Arme der Gewichtshemmung gegen sehr schwache Federn fallen läßt, welche den Contact mit Stiften herstellen, wie in dem letzten Falle, während die Strömung durch die Feder an dem einen Drahte der Batterie und durch den Stift, welcher am andern Drahte befestigt ist, ihren Weg nimmt. Wir haben gesehen, daß diese Methode an der großen Westminsteruhr in der Weise versucht wurde, daß der Contact direct zwischen den Palletten und den Stiften ohne alle Federn Statt fand, und daß die Strömung auf die Palletten durch die Zapfenlöcher vom Uhrgehäuse überging. Diese Einrichtung wirkte eine kurze Zeit lang sehr gut, aber nachher versagte sie den Dienst, ob wegen eines Mangels der Passage durch die Zapfenlöcher, oder wegen einer andern Ursache, konnte nicht entdeckt werden. Die Zeit des Contacts kann, wenn es sich nöthig macht, vermehrt werden dadurch, daß man die Tiefe der Aufhaltung vermehrt, indem die fallende Pallette so lange in Berührung mit dem Stifte oder der Feder bleiben wird, bis die Auslösung der andern Pallette vollendet ist, und das Rad wieder anfängt, sich zu bewegen.

Aber für elektrische Vorgelege ist es besser, womöglich die Zeiger nur alle halbe Minuten fortrücken zu lassen, so daß die Zeit ganz genau bezeichnet wird, wie mit einem Räderwerksaufzuge; und in diesem Falle ist weiter nichts nöthig, als die drei Räder des Vorgeleges und irgend eine Art von Hemmungsrad oder Gesperre, um sie zu bewegen. Läßt man dieses durch Palletten bewerkstelligen, so ist ein Hemmungsrad von 60 Zähnen ausreichend; wählt man dazu ein Sperrrad mit einem das Rad fortbewegenden Sperrkegel, so sind 120 Zähne er=

forderlich. Aber hier kommen wir zu einer Schwierigkeit von einiger Bedeutung, wenigstens bei großen Zifferblättern und besonders bei solchen, die dem Winde exponirt sind. In diesem Falle kann man, wie die Erfahrung gelehrt hat, sich nicht auf Palletten verlassen, daß sie das Rad mit Sicherheit fortbewegen, und man muß seine Zuflucht zu Sperrrad und Sperrkegel nehmen. Sollte aber der Wind den Zeiger in dem Momente, wo der Sperrkegel gehoben wird, vorwärts treiben, so kann er 3 oder 4 Zähne auf einmal überspringen. Um dieses zu verhindern, sind zwei Sperrräder in einander entgegengesetzten Richtungen angebracht und die Sperrkegel so eingerichtet worden, daß die Räder sich nur unter der geeigneten Wirkung des fortbewegenden Sperrkegels um einen Zahn auf einmal bewegen können. Dieses ist wenigstens der Zweck dieser Gesperre; aber es scheint nicht, daß sie immer angewendet worden seien, und außerdem beanspruchen sie auch große Feinheit in der Ausführung. Herr Denison hat deßhalb neulich den folgenden Apparat für diesen Zweck ausgesonnen, worauf er von Herrn Dent ausgeführt worden ist und, soviel man jetzt sehen kann, gelungene Resultate gewährt; wenigstens hat man ihn auf die Weise geprüft, daß man das Rad nach zwei entgegengesetzten Richtungen drückte und zwar stärker, als der Wind es vermochte, und dabei blieb es ganz stetig. In Fig. 47 ist **H** das Rad auf der Welle des Minutenzeigers, mit 120 Zähnen versehen. Wenn die Kette geschlossen ist, hebt der Magnet **M** den Hebel **L** in die hier gezeigte Lage und mit ihm den die Bewegung vermittelnden Sperrkegel A. Der Stift **B** hebt zu gleicher Zeit den Sperrkegel **D G** aus den Zähnen, und die Feder hinter ihm bei **D** schiebt ihn ein Wenig vorwärts (es ist deßhalb für diesen Zweck im Zapfenloche bei **D** einiger Spielraum gelassen), so daß er oben auf den Zahn bei **G** fällt. Der oberste Theil des Hebels erreicht auch dann bei **F** den Schwanz des Sperrkegels **C F**, so daß das Rad, während sich die Dinge in diesem Zustande befinden, sich nicht vorwärts bewegen kann, ohne den He-

bel aus der Berührung mit dem Magnet zurückzuziehen; kein Wind aber würde stark genug sein, dieses zu thun, während der Magnet seine Kraft besitzt; sobald aber die Kette geöffnet ist, muß der Hebel folgen und wird dieses thun, indem er von dem Gewichte W niedergezogen wird, bis er auf dem untern Stifte E ruht; und indem dieses geschieht, wird der Sperrkegel A das Rad um einen Zahn vorwärts bewegen, und der Sperrkegel D G wird in den Raum niedersinken, welcher dem Zahne G zunächst liegt, und zurück gegen seine Feder gedrückt werden, bis er von dem Hebel wieder gehoben wird.

Ein anderer Vortheil, den diese Einrichtung vor jenen hat, in welchen der Magnet das Rad direct bewegt, liegt darin, daß das Gewicht immer bereit ist, den Hebel niederzuziehen, sobald die Strömung aufhört, so daß, wenn ein momentanes Hinderniß aus rückständigem Magnetismus oder auf sonst eine Weise erwüchse, dieses nichts zu bedeuten hätte; außerdem kann aber der Wind das Heben des Hebels nie verhindern, und wenn irgend ein Widerstand für die Zeiger, in dem Augenblicke, wo die Strömung aufhört, durch Wind sich ergeben sollte, so kann man darauf rechnen, daß das Gewicht Alles überwunden haben wird, ehe die nächsten 29 Secunden vorüber sind, so daß eine ganze Zeigerbewegung niemals verloren gehen kann, was bei andern Einrichtungen an großen Zifferblättern immer sehr leicht eintreten konnte.

Es hält nicht so schwer, alle halbe Minuten einen Contact zu bewirken, als wenn man dieses für alle Secunden verlangt, weil man dazu immer viel Zeit nehmen kann; auch kann man dazu ein langsamer gehendes Rad im Räderwerke nehmen, welches deßhalb nicht so leicht die Kraft am Pendel afficirt. Da das dritte Rad im Räderwerke in der Regel in 7½ Minuten umläuft, so kann man 15 Stifte in dasselbe setzen, die eine Feder drücken, welche den Contract bewirkt oder die einen Hebel haben, oder eine Feder, welche auf eine Scheibe aufdrückt. Wo man die Gewichtshemmung anwendet, da kann man eine Staffel mit 2 Stufen an der Welle des

Minutenrades anbringen, welche den Hebel auf die Contactscheibe mit jeder 30. Secunde auffallen läßt und ihn bei der 31. wieder aufhebt. Die Staffel muß geradlinig am Boden gemacht werden, um den Hebel augenblicklich zu heben und so wenig Elektricität als nur möglich zu consumiren.

Man hatte die Absicht, die vielen kleinen Uhren in und am Parlementshause durch elektrische Verbindung mit der großen Uhr in Bewegung zu setzen; da sie aber alle vollendet sind und es wohl noch einige Jahre dauern dürfte, ehe die große Uhr aufgestellt wird, so wird man wohl diesen Plan wieder aufgeben, es müßte denn der schlechte Gang einiger dieser kleinen Uhren und die Kosten des Aufziehens derselben es zweckmäßig erscheinen lassen, sie durch elektrische Vorgelege zu ersetzen. In diesem Falle muß noch eine andere kräftige Uhr mit Gewichtshemmung vorhanden sein, mit welcher sie dann bei irgend einem Zufalle der großen Uhr verbunden werden können, indem sie sonst alle still stehen müßten. Offenbar müßte eine kleine Thurmuhr der Ecke, welche der Abtei gegenüber liegt, sich befinden, die sich, wenn sie gut ist, trefflich für diesen Zweck eignen würde.

Von den elektrischen Uhren, d. h. von solchen, wo die Pendel durch Elektricität im Gange erhalten werden, verlohnte es nicht der Mühe, zu reden, ehe Herr Shepherd seine Erfindung machte, die zu gleicher Zeit und in gleicher Weise auch auf dem Continent gemacht worden ist. Die neueste und beste Form dieser Hemmung ist folgende: Eine einzelne Pallette, wie eine derjenigen im Stiftengange, Fig. 34, wird am Pendel befestigt, und ein kleiner Hebel ist im Gehäuse angebracht, dessen Ende bis zu dieser Pallette bei jedem Pendelausschlage in einer Richtung von dem Magnete gehoben wird; und sobald das Pendel die Pallette vom Hebelende wegzieht, so gleitet sie an der schiefen Fläche hinab und giebt den Impuls. Dieses ist eine Hemmung mit einfachem Schlage, von welcher es ohne Bezug auf Elektricität noch andere Formen giebt. Sie gewähren den Vortheil, daß man

den Impuls genau bei demselben Pendelbogen nach Null beendigen kann, wie er vor Null beginnt; auch kann man den Bogen kleiner machen, aber es giebt größere Nachtheile in der Art der Auslösung (die indessen auf diese elektrische Methode keine Anwendung leiden, indem hier keine Auslösung vorkommt), und sie sind deßhalb niemals in Anwendung gekommen.

Diese Hemmung ist indessen nicht ohne Reibung, und der Contact entsteht, indem das Pendel gegen eine Feder drückt, wenn es sich dem Ende seines Ausschlages in einer Richtung nähert, und dieses findet Tadel aus den schon früher erwähnten Gründen. Soweit wir es bis jetzt beschrieben haben, hat man nichts, als ein selbstwirkendes Pendel erlangt, die Verbindung mit einem Uhrräderwerke ist gerade auf dieselbe Weise bewerkstelligt, als wenn es ein gewöhnliches Pendel wäre, von welchem die Palletten eines elektrischen Vorgeleges durch abwechselnde Contactfedern an jeder Seite des Pendels in Thätigkeit gesetzt werden sollen.

Eine andere Eigenthümlichkeit der Uhren Shepherd's ist die, daß die Palletten, welche das Räderwerk in Bewegung setzen, abwechselnd angezogen und abgestoßen werden, nicht bloß angezogen und losgelassen, und dadurch soll eben Kraft erspart werden. Um dieses zu bewirken, sind zwei Batterien vorhanden, die abwechselnd in Thätigkeit treten; auch sind zwei permanente gerade Stangenmagnete durch die Pallettenwelle gelegt, mit ihren Polen nach entgegengesetzten Richtungen, so daß an der einen Seite, nämlich an der linken, die nebeneinander liegenden Enden der beiden Magnetstäbe Nord- und Südpol, und an der rechten Seite Süd- und Nordpol sind. Ein temporärer Hufeisenmagnet, der mit seinen Polen nach Süd und Nord steht, wird folglich die linke Seite der Pallettenmagnete anziehen, und ein ähnlicher Magnet wird die rechte Seite abstoßen. Wenn deßhalb die Strömung nach einer Richtung erfolgt, während das Pendel den Contact an der rechten Seite bewirkt, und nach der andern Richtung, wenn es denselben

an der linken Seite bewirkt, so werden die Palletten in beiden Richtungen durch die combinirte Kraft der Anziehung und Abstoßung der beiden Magnete bewegt. Für diesen Zweck ist es nur nöthig, daß die rechte Pendelfeder mit dem positiven Pole der einen Batterie und die linke Feder mit dem negativen Pole der andern Batterie in Verbindung steht, während die anderen Drähte jeder Batterie zusammengelöthet und endlich mit dem Pendelstege verbunden sind, nachdem sie um beide Magnete aus weichem Eisen herumgelaufen sind.

Wenn irgend etwas durch Elektricität zu einer gegebenen Secunde an jedem Tage ausgelös't werden soll, so erlangt man die nöthige Genauigkeit nach Herrn Shepherd auf folgende Weise: Es sind Stifte vorhanden für den Contact mit Federn im Minutenrade, im Stundenrade und im Zwölfstundenrade, und nur, wenn der Contact mit allen zu gleicher Zeit hergestellt worden, ist die Kette geschlossen. Auf diese Weise wird die Zeitkugel auf der Sternwarte zu Greenwich und auch die eine mit ihr in Verbindung stehende am Strand täglich um 1 Uhr gelös't, indem die Uhr durch einen temporären Magnet einen Abzug abdrückt. Die Kugeln werden gehoben mit der Hand einige Minuten vor 1 Uhr. Diejenige zu Greenwich ist ein großer Korb, aus Weidenruthen geflochten, und derselbe steigt in einem Stiefel mit einer Glockenmündung, um den Eintritt zu erleichtern, mit einem Kolben hinab und letzterer drückt in seinem Niedergange die Luft zusammen, welches als ein elastisches Kissen auf die Kugel wirkt und sie ohne Erschütterung fallen läßt. Am Boden befindet sich ein kleines Loch, durch welches die Luft nachher allmählig entweicht. Herr Shepherd beschreibt auch in seiner Abhandlung einige Apparate zum Schlagen mit Hülfe der Elektricität, ohne die Unterstützung eines Schlaggewichtes. Aber wir haben noch nichts davon gehört, daß solche Uhren ausgeführt worden sind, und wir halten es für nicht sehr wahrscheinlich, daß dieses geschehen werde, weil

zum Schlagen eine größere Kraft erforderlich ist, als um ein Pendel im Gange zu erhalten.

Herr Dent hat neuerdings eine selbstwirkende elektrische Uhr nach einem ganz anderen Plane gefertigt, als demjenigen des Herrn Shepherd. Sie hat die dreischenkliche Gewichtshemmung und das gewöhnliche Räderwerk, mit Ausnahme des großen Rades, dagegen besitzt sie ein umlaufendes Gesperre am Mittelrade von 120 Zähnen. Dieses wird geführt von einem Sperrkegel am Ende eines Hebels, welcher um die Höhe eines Zahnes von dem Magnete in jeder halben Minute durch einen solchen halbminutigen Contact gehoben wird, wie wir früher beschrieben haben. Es ist indessen eine starke Batterie erforderlich, indem immer größere Kraft in der Gesperrfeder vorhanden sein muß, als wirklich erforderlich ist, um die Hemmung in Bewegung zu setzen. Es lassen sich ohne Zweifel noch große Verbesserungen in allen diesen verschiedenen Einrichtungen erwarten.

Taschenuhren und Chronometer.

Wir sagten, daß wir eine Beschreibung der Federuhren verschieben wollten, bis wir zur Behandlung der Taschenuhren kommen würden, die, wie allgemein bekannt, eine Spiralfeder statt eines Gewichtes zur Triebkraft haben. Sie scheinen schon im 16. Jahrhundert gemacht worden zu sein, obgleich Huygens erst im 17. Jahrhundert das wichtige Gesetz in Betreff der Federn entdeckte, welches er mit den wohlbekannten Worten ut tensio sic vis (wie die Spannung, so die Kraft) ausdrückte, denn die Kraft der Feder variirt, wie die Beugung derselben. Dieses Gesetz erleidet indessen, wie wir finden werden, eine sehr unangenehme und auch wieder eine sehr angenehme Ausnahme. Die einfachste Form der Anwendung einer Triebfeder für eine Pendeluhr oder eine Taschenuhr ist diejenige, wo das innere Ende der Feder an der Welle befestigt ist, die an ihrem Ende das Aufzugsviereck trägt, auf welcher ferner ein Sperrrad sitzt, dessen Sperrkegel am Uhrgehäuse befestigt ist. Das andere Ende der Feder ist am Federhause befestigt und am Ende desselben sitzt das große Rad der Pendeluhr oder

der Taschenuhr. Ein Vortheil dieser Einrichtung ist der, daß der ganze Apparat für das drehbare Federhaus überflüssig wird, indem gerade derselbe Druck auf das Räderwerk besteht, während man aufzieht (eigentlich etwas mehr), als zu jeder andern Zeit. Aber hiergegen wird der Leser einwenden, daß nach der Regel ut tensio sic vis eine weit größere Kraft auf das Räderwerk einwirken müsse, wenn die Uhr aufgezogen ist, als wenn sie beinahe abgelaufen ist. Und dieses würde auch allerdings der Fall sein, ohne jene äußerst angenehme und merkwürdige Ausnahme, deren wir eben erst Erwähnung gethan haben. Denn man hat gefunden, daß es einen Zustand bei jeder Feder gebe, in welchem ihre Kraft für 4 oder 5 Touren nicht merklich verändert wird; und wenn die Feder von solcher Beschaffenheit ist, daß dieser Zustand gerade bei dem richtigen Grade von Spannung eintritt, um sie im Federhause einer Taschenuhr gebrauchen zu können, so liegt es auf der Hand, daß man sie auch als Triebfeder benutzen kann ohne alle Vorkehrung zur Ausgleichung ihrer Kraft. Wir können nun nicht behaupten, ob dieses bei einer der englischen Triebfedern wirklich der Fall sei, wie er sich bei vielen ausländischen Triebfedern durchaus nicht leugnen läßt, und wir können die Thatsache bezeugen, daß Uhren mit solchen Triebfedern ebenso gut gehen, als jene mit englischen Triebfedern und einer Schnecke; auch glauben wir, daß der verstorbene Herr Dent, welcher einige dieser Uhren mehre Jahre vor seinem Tode prüfte, zu dem Schlusse gelangt sei, daß, wenn die Triebfeder gehörig gefertigt und adjustirt sei, Schnecke, Kette und drehbares Gesperre ein unnöthiger Aufwand seien, außer vielleicht in großen Chronometern, wo nicht allein eine große Kraft, sondern auch eine constante Kraft den ganzen Tag über erforderlich ist, was bei Taschenuhren nicht der Fall ist.

Fig. 48 zeigt die allgemeine Einrichtung einer Taschenuhr, oder eines Chronometers (sie ist wirklich aus einem Chronometer entnommen). Das Federhaus und die Schnecke fallen sogleich in die Augen. Die Schnecke

ist eine Art Kegel mit einer Auskehlung von concavem Durchschnitt; die stärkere Zunahme nach dem dicken Ende hin macht sich nothwendig, weil ein Umgang der Schnecke, wenn die Kette sich an diesem Ende befindet, einen weit größeren Theil derselben vom Federhause abnimmt, als am dünnen Ende; und bei der Annahme, daß die Kraft der Feder sich verändert, wie ihre Spannung (mit Ausnahme der eben erwähnten Umstände), muß der Radius des Kegels rascher zunehmen, damit die Zunahme des Hebels gleichen Schritt halte mit der Abnahme der Kraft der Feder, indem sie sich mit zunehmender Geschwindigkeit vom dicken Ende der Schnecke abwickelt. Die Schnecke selbst ist mit dem großen Rade durch ein Gesperre mit Sperrkegel und ein drehbares Sperrrad verbunden (wovon man die Feder und den Sperrkegel in der Figur ganz deutlich sieht), ganz so, wie wir diese Theile bei der astronomischen Uhr beschrieben haben. Es muß auch Vorkehrung getroffen werden, daß die Taschenuhr nicht zu stark aufgezogen oder die Kette so angestrengt werden könne, daß sie zerreißt. Dieses geschieht mittelst eines hakenförmigen Hebels, der in der obern Uhrplatte an einer Angel befestigt ist (diese obere Uhrplatte ist hier als weggelassen dargestellt); und wenn die Taschenuhr ziemlich vollständig aufgezogen ist, so erreicht die nach Aufwärts sich bewegende Kette diesen Hebel und bringt ihn in eine solche Lage, daß sein Haken den langen vom dünnen Ende der Schnecke vorragenden Zahn ergreift, und dadurch wird das Aufziehen unterbrochen, ohne daß die Kette durch die plötzliche Hemmung im Geringsten angestrengt wird. Auf der großen Industrieausstellung befanden sich einige Taschenuhren von einem Herrn Jackson, in welchen das Aufziehen durch einen massiven Schlüssel bewerkstelligt wurde, welcher in ein viereckiges Loch in der Welle eines Getriebes paßte, welches im Eingriffe stand mit dem Aufziehrade an der Schnecke, wie das Aufziehgetriebe bei Thurmuhren. Der Zweck war, die Größe der Schneckenwelle zu reduciren und den Uebelstand eines sehr kurzen Aufzugvierecks, wenn die Uhr

sehr flach sein soll, zu vermeiden. Wir zweifeln aber, ob ein solcher Gewinn die größeren Kosten werth sei. Dabei wundern wir uns, daß eine Idee des verstorbenen Herrn Mudge in Betreff der Verminderung der Reibung der Schneckenwelle nicht benutzt worden ist. Derselbe schlug nämlich vor, dem Federhause eine Drehung, die derjenigen der Schnecke entgegengesetzt ist, zu geben, so daß die Kette zwischen der Welle und dem Mittelgetriebe wirksam sein kann, wodurch der Druck auf die Schneckenwelle nur gleich ist der Differenz, statt der Summe der Kraft der Feder und des Druckes, welche auf das Getriebe übergetragen werden. In Taschenuhren ohne eine Schnecke läßt sich der massive Uhrschlüssel mit Nutzen anwenden, da er nicht die Zugabe eines Aufziehgetriebes erheischt, indem die Aufziehwelle dann die Welle des Federhauses ist, welches sich nur bei'm Aufziehen umdreht, wo dann die Reibung in Folge der größeren Stärke nichts zu sagen hat.

Bei Taschenuhren ohne eine Schnecke findet sich eine andere Einrichtung, um das allzustarke Aufziehen derselben zu verhindern. Dieselbe ist bekannt unter dem Namen der Genfer Aufhaltung, und das Princip derselben ist einfach folgendes: Wenn zwei Räder mit einander im Eingriffe stehen, von welchen das eine die Räume zwischen einigen oder mehren nebeneinander liegenden Zähnen ausgefüllt hat, so ist es begreiflich, daß dieses Rad nicht ganz umgedreht werden könne. Und ebenso verhält sich's, wenn eins der Räder nur ein Cylinder ist, mit einem einzigen Zahne versehen, und das andere eine gewisse Zahl von Kerben hat, jedoch nicht ringsum, durch welche dieser Zahn passiren kann. Wenn deßhalb ein einzahniges Rad dieser Art auf der Federhauswelle sitzt, welche mit einem Schlüssel gedreht werden kann, und wenn das Rad im Eingriffe steht mit einem Rade von nur 4 oder 5 Zahnkerben, während der übrige Theil des Umfanges massiv ist und der Zahn also nicht passiren kann, so wird es doch begreiflich, daß das Federhaus um 4 oder 5 Umgänge und nicht weiter aufgezogen werden

könne; und während sich das Federhaus abwickelt, dreht es das Hemmungsrad wieder mit sich zurück.

Die andern Theile einer Taschenuhr unterscheiden sich nicht von denen einer Pendeluhr, ausgenommen in der Größe und in der Stellung, die man ihnen gegeben hat, um sie in den Kreis des Zifferblattes zu bringen. Wenn wir indessen zu der Hemmung gelangen, giebt sich ein verschiedener Zustand der Dinge kund und zwar hauptsächlich wegen des Umstandes, daß die Unruhe einer Uhr manchmal durch einen Bogen von 270° schwingt, während ein Pendel nur einen Ausschlag von 4 oder 5° hat. Da die Unruhe mit allen Taschenuhrhemmungen in Verbindung steht, so dürfte es zweckmäßig sein, zuerst dieselbe zu beschreiben, sowie auch die Bedingungen, denen sie unterworfen ist. Die zwei gleichen Arme mit gleichen Gewichten an jedem Ende, in Fig. 31, sind ebenso gut Unruhe, als das Rad, welches man gewöhnlich als die schicklichere Form anzuwenden pflegt. Aber in dieser Figur erblickt man nicht das wesentliche Element einer neuern Unruhe, nämlich die dünne Spiralfeder, von welcher man, wenn man in eine Taschenuhr blickt, gewahr wird, wie sie sich bei jeder Schwingung öffnet und schließt. Das äußere Ende dieser Feder ist an der Platte durch einen Kloben **R**, Fig. 49, befestigt und das innere an der Unruhe bei **S**; und die Schwingungszeit ist zusammengesetzt aus der Stärke der Feder und dem Trägheitsmomente der Unruhe; denn wenn die Feder vollkommen ist, so hat die Größe der Schwingung nichts zu bedeuten, in Folge des früher erwähnten Gesetzes ut tensio sic vis und der ferneren Regel (die eine mathematische Gewißheit und nicht eine empirische und angenäherte ist), daß, wo die Kraft variirt, wie der Schwingungswinkel, die Schwingungszeit des schwingenden Körpers sich gleich bleibt, wie groß auch der Raum sei, den er in seiner Schwingung durchlaufen ist. Und da die Kraft einer Feder sich (approximativ) umgekehrt verändert, wie ihre Länge, so bietet dieses eine bequeme Methode dar, die Taschenuhren zu reguliren; denn es ist leicht, einen Zeiger oder Regu-

lator **PT** zu machen, der sich auf einem Ringe dreht, welcher an der Uhrplatte concentrisch mit der Unruhe befestigt ist und zwei Stifte trägt, die nahe genug an einander stehen, um die Uhrfeder einzuschließen, so daß, wenn der Zeiger in der einen oder der andern Richtung bewegt wird, die Länge der Feder, welche noch frei vibriren kann, verkürzt oder verlängert werden kann. Wenn der Zeiger so weit bewegt wird, als er gegen das Wort fast hinlaufen kann und die Uhr noch immer zu langsam geht, so muß die Feder im Kloben **R** verkürzt werden, in welchem ihr äußeres Ende befestigt ist; und damit die Unruhe einer Veränderung fähig sei, so daß sie mit der Hemmung quadrirt, wenn die Feder sich in ihrem neutralen Zustande befindet, so ist das andere Ende nicht wirklich an die Unruhe befestigt, sondern der Kloben **S** sitzt auf einem kleinen Ringe, der auf die Achse oder Spindel der Unruhe ganz fest mit Reibung aufgeschoben ist, jedoch noch immer mit der Hand gedreht werden kann.

Man hat häufig und ganz mit Recht geklagt, daß es fast unmöglich sei, den regulirenden Zeiger wenig genug und mit sattsamer Genauigkeit für eine ganz geringe Variation des Ganges der Uhr zu bewegen, nicht allein, weil die Spitze oft schlecht zur Scale adjustirt ist, sondern weil auch die Abtheilungen selbst nothwendig sehr klein sind. Ein Mittel, um größere Genauigkeit zu erlangen, und wahrscheinlich das beste, besteht darin, den Regulator mittelst einer Tangentenschraube zu bewegen, welche auf das Ende desselben wirkt und mit dem Uhrschlüssel gedreht werden kann; und bei einer theuern Taschenuhr, die mit allen neuern Einrichtungen zur Sicherung eines genauen Ganges ausgestattet ist, sind die Kosten der letzterwähnten Einrichtung keineswegs ein unzweckmäßiger Aufwand. Wir haben mehre Uhren dieser Art gesehen. Herr Dent ist der Meinung, daß eine wohlfeilere Art, diesen Zweck zu erreichen und genau genug für die meisten Taschenuhren, darin bestehe, daß man der Scale schräge Abtheilungen gebe (wie in Fig. 49

ersichtlich ist) nach der Einrichtung der alten Art des Nonius und daß man den Regulator selbst mit abgeschrägten Kanten versehe. Auf diese Weise wird eine sehr kleine Bewegung der Kante des Regulators auf den schiefen Abtheilungen sehr deutlich bemerklich, und es unterliegt keinem Zweifel, daß dieses eine sehr große Verbesserung sei.

Bei Chronometern bewirkt man die Adjustirung für die Zeit nicht mehr durch eine Veränderung der wirklichen Länge der Feder, nachdem ihre Länge einmal bestimmt ist und zwar wegen der anderen Ausnahme von der Regel, daß die Kraft einer Feder sich verändere, wie ihre Spannung, wie wir bereits erwähnt haben. Denn man hat schon seit langer Zeit ausgemittelt, daß eine Feder diesen Isochronismus nicht bei allen Längen besitzt, sondern nur in gewissen Intervallen; und deßhalb ist es nothwendig, bei einer genauen Uhr nur eine dieser Federlängen zu benutzen, die für verschiedene Schwingungsbogen isochronisch sind; und wenn diese einmal bestimmt ist, kann die Regulirung der Unruhe nur durch die Veränderung ihres Trägheitsmomentes bewirkt werden, und dieses geschieht bei Chronometern durch Schrauben mit schweren Köpfen im Ringe der Unruhe, indem man dieselben mehr ein- oder ausschraubt, je nachdem die Uhr schneller oder langsamer gehen soll. Bei Seechronometern, wo dazu hinlänglicher Raum vorhanden ist, giebt man der Unruhfeder in der Regel eine cylindrische Form, so daß sämmtliche Touren denselben Durchmesser haben, statt der flachen Spirale, welche bei Taschenuhren gebräuchlich ist, obschon es nicht ganz klar einzuleuchten scheint, daß die cylindrische Form wesentlich besser sei, als die andere. Es ist indessen einleuchtend, daß die Güte dieser Feder ein Gegenstand von besonderer Wichtigkeit sei; und in dieser Hinsicht möchte, wie auch bei den Triebfedern, einiger Grund vorhanden sein für die Befürchtniß, daß die englischen Uhrmacher von den ausländischen übertroffen werden. Die Unruhfedern, welche Herr Lutz zu Genf (nach einer geheimen Methode) fertigt, hielten die Proben aus, welche die Jury für die

Uhren bei der großen Industrieausstellung anwendete, indem sie nämlich diese Federn ziemlich gerade zog und auf eine heiße Platte legte, ohne daß dieselben ihre Form veränderten, während diejenigen, welche Herr Carl Frodsham, ein Chronometermacher von Ruf in London, mit besonderer Aufmerksamkeit verfertigt hatte, durch dieselben Operationen sehr aus ihrer Form gebracht wurden. Der verstorbene Herr Dent war zufällig gegenwärtig, als die Federn des Herrn Lutz geprüft wurden, und er äußerte über sie seine große Verwunderung.

Die Regulirung einer Taschenuhr in Bezug auf ihre Lage ist ein Gegenstand, der einige Aufmerksamkeit erheischt. Wenn die Unruhe auf ihrer Spindel nicht im vollständigen Gleichgewichte sich befindet, so wird sie eine Neigung haben, eine Lage anzunehmen, wenn die Uhr vertical getragen wird, wie es immer der Fall ist, wenn man sie in der Tasche trägt; und die Schwingungszeit wird durch ihre Neigung, so als ein Pendel zu wirken, afficirt. Die Taschenuhr muß deßhalb in der Weise geprüft werden, daß man die Ziffern XII, IX, VI und III successiv oben hinbringt, und wenn sie nicht denselben Gang behält, so befindet sich die Unruhe nicht gehörig im Gleichgewichte. Seechronometer, welche in Compaßbügeln hängen (ein Ring mit den zwei Zapfen im Kasten in rechten Winkeln mit den Zapfen, welche den Chronometer tragen), bleiben horizontal, obschon nicht ohne einige Bewegung während der Bewegung des Schiffes; und dadurch erlangt die Unruhe den ferneren Vortheil, daß ihr Gewicht bloß auf dem Ende der Spindel aufruht, — eine Lage, in welcher weit weniger Reibung besteht, als in derjenigen, bei welcher die Uhr in der Tasche getragen wird; aber bei einer Taschenuhr ist dieses nicht von so großem Belang, weil die Unruhe derselben um Vieles leichter ist, als diejenige eines Chronometers.

Compensirte Unruhen.

Die Compensation einer Unruhe in Betreff der Temperatur ist sogar wichtiger, als diejenige eines Pendels,

besonders bei Chronometern, welche nicht, wie es bei den Taschenuhren der Fall ist, in einer ziemlich gleichmäßigen Temperatur erhalten werden, indem letztere in der Tasche getragen werden. Ein Pendel bedarf kaum der Compensation, außer für seine Verlängerung durch die Wärme; aber eine Unruhe bedarf der Compensation nicht allein für ihre eigene Ausdehnung, wodurch ihr Trägheitsmoment gerade wie bei'm Pendel vergrößert wird, sondern weit mehr noch wegen der Abnahme der Federkraft bei zunehmender Wärme. Der verstorbene Herr Dent hat in einer Abhandlung über die Compensation der Unruhen die folgenden Resultate einiger Versuche mit einer gläsernen Unruhe mitgetheilt, die er hierzu angewendet hatte, weil sie sich weniger ausdehnt, als eine metallene:

Temperatur.	Schwingungen in einer Stunde.
32°	3606
66°	3598,5
100°	3590

Wenn sie deßhalb bei 32°, um richtig zu gehen, auf 3600 Schwingungen adjustirt worden ist, so wird sie $7\frac{1}{2}$ und $8\frac{1}{2}$ Secunden in einer Stunde oder mehr als 3 Minuten in einem Tage für jede successive Zunahme der Temperatur um 34° zu spät gehen, was 15 Mal mehr beträgt, als ein gewöhnliches Drahtpendel bei derselben Zunahme der Wärme in dieser Beziehung ergeben würde, wenn man die Abnahme der Elasticität der Feder sowohl, als die Verlängerung der Pendelstange in Berücksichtigung zieht; und wenn eine metallene Unruhe statt einer gläsernen angewendet worden ist, so wird die Differenz noch viel größer sein.

Da die Nothwendigkeit für diese beträchtliche Compensation in der Veränderung der Elasticität der Feder ihren Grund hat, so waren die ersten Versuche der Correction darauf gerichtet, auf die Feder selbst in der Art eines gewöhnlichen Regulators zu wirken. Harrison's Compensation bestand aus einer zusammengesetzten Stange von Messing und Stahl, die zusammengelöthet worden waren, wobei das eine Ende an das Uhrwerk befestigt

war, während das andere zwei Zaumstifte trug, welche die Feder einschlossen, wie wir bei Fig. 49 beschrieben haben. Da das Messing sich stärker ausdehnt, als der Stahl, so bewirkte eine Zunahme der Wärme, daß sich die Stange bog; und wenn sie nun richtig angebracht war, bewegte sie die Stifte der Feder entlang, so daß letztere dadurch verkürzt wurde. Diese Einrichtung nennt man einen Compensationszaum (compensation curb). Derselbe ist oft von Neuem erfunden, d. h. in einer veränderten Form wieder vorgebracht und angewendet worden. Aber es läßt sich gegen denselben zweierlei einwenden:

1) daß die Bewegung der Zaumstifte nicht genau genug den Veränderungen in der Kraft der Feder entspricht; und

2) stört sie den Isochronismus der Feder für kurze und lange Bogen, weil, wie wir weiter oben erwähnten, dieser Isochronismus nur bei gewissen, bestimmten Längen der Feder besteht.

Die Compensation, welche zunächst erfunden wurde, ließ die Feder unberührt und corrigirte die Veränderungen der Temperatur durch die Construction der Unruhe selbst. Fig. 50 zeigt die Einrichtung der gewöhnlichen Compensationsunruhe, wie sie gegenwärtig mehre Jahre lang angewendet worden ist. Jede Portion des Ringes der Unruhe besteht aus einem inneren, stählernen Stäbchen, auf welches von Außen messingene Ueberzüge gelöthet worden sind, und trägt die Gewichte b b, welche auf diese Ringportionen aufgeschraubt sind. Wenn die Temperatur zunimmt, muß das sich ausdehnende Messing den Stahl nach Einwärts biegen. Dadurch werden die Gewichte mehr nach Einwärts gebracht und das Trägheitsmoment der Unruhe vermindert. Die Metalle werden in der Regel auf die Weise zusammengelöthet, daß man geschmolzenes Messing um eine massive, stählerne Scheibe herumgießt und dieselbe dann abdreht und feilt, bis die Querstange in der Mitte ganz flach aufliegt und die beiden Ringportionen mit ihren Kanten übrig bleiben. Der

Erste, welcher dieses Verfahren der Vereinigung anwendete, scheint Thomas Earnshaw gewesen zu sein, Derselbe, welcher den Chronometer in den Zustand brachte, in welchem er die letzten 80 Jahre mit kaum einer Veränderung geblieben ist; obschon dieser Mann (wegen einer Verbindung gegen ihn zu seiner Zeit und wegen der Gleichgültigkeit der Schriftsteller gegen diese Gegenstände seit der Zeit) nicht den Ruf erlangt hat, den er verdiente und manchmal mit einer einzigen Sentenz entlassen wurde, während den Werken geringerer Künstler, deren Chronometer von den seinigen immer übertroffen wurden, wenn sie miteinander wetteiferten, ganze Seiten gewidmet wurden, und die nach der Zeit seine Erfindungen copirten und alles Mögliche anwendeten, um zu verhindern, daß er für seine Leistungen belohnt wurde.

Die Adjustirung einer Unruhe, in Betreff der Compensation, kann nur durch Versuche bewerkstelligt werden und nimmt ziemliche Zeit in Anspruch. Diese Adjustirung muß unabhängig von derjenigen für die Schwingungszeit ausgeführt werden, die erstere durch Verrückung der Gewichte, denn je näher dieselben der Querstange sind, über desto geringeren Raum werden sie sich bewegen, wenn sich der Ring mit ihnen biegt. Die Adjustirung in Betreff der Schwingungszeit wird bewerkstelligt durch Schrauben mit schweren Köpfen (t, t in Fig. 50) an den beiden Enden der Querstange, so daß sie also nicht von dem Biegen des Ringes afficirt werden. Die Compensation kann auch approximativ nach den bekannten Resultaten vorausgegangener Experimente mit ähnlichen Unruhen bewirkt werden; und viele Uhren werden verkauft mit Compensationsunruhen, die niemals geprüft oder adjustirt worden sind, worüber sich der Käufer keine Gewißheit verschaffen kann, außer daß er seine Taschenuhr in zwei verschiedenen Temperaturen selbst prüft.

Das chronometrische Thermometer.

Wenn eine Taschenuhr oder ein Chronometer, der bei einer gegebenen Temperatur richtig geht, in eine höhere Temperatur versetzt wird, so wird er im Verhältniß des Ueberschusses der neuen Temperatur über die alte und der Zeit, wie lange er in derselben verweilte, langsamer gehen; und folglich wird seine Abweichung von der wahren Zeit die Quantität des Wärmezuschusses anzeigen, den er während dieser Zeit erhalten hat; und wenn man an ihm die Zeit beobachtet und jeden Tag oder jede Woche aufzeichnet, so wird man daraus die sogenannte mittlere Wärme dieses Tages oder dieser Woche erfahren. Und wenn derselbe, statt mit einer schlichten Unruhe ausgestattet zu sein, eine schlecht compensirte, wie wir sie nennen wollen, besitzt, so werden seine Anzeigen nur noch auffallender sein. Ein solches Instrument heißt ein chronometrisches Thermometer und wird gebraucht, wo man die Quantität der durch ein anderes Instrument oder Apparat während einer gegebenen Zeit aufgenommenen oder verlorenen Wärme erforschen will, ohne Rücksicht auf die Extreme, welche die Temperatur

erreicht haben kann, oder auf ihre Schwankungen zu nehmen.

Secundäre Compensation.

Wenn Chronometer durch die verbesserte Arbeit der neuern Zeit zu großer Vollendung gebracht worden waren und den größten Extremen der Temperatur bei den jährlichen Prüfungen zu Greenwich unterworfen wurden, machte man immer die Entdeckung, daß noch ein Fehler übrig sei, der von den Veränderungen der Temperatur herrühre, aber durch keine Adjustirung der Compensation berichtigt werden könne. Denn wenn die Compensation für zwei extreme Temperaturen, z. B., für 32° und 100°, adjustirt war, so ging der Chronometer bei mittleren Temperaturen zu schnell; und war derselbe für irgend zwei mittlere Temperaturen adjustirt, so ging er zu langsam bei allen, die jenseits dieser Grenzen lagen. Dieser Fehler war beobachtet worden, und es wurden Versuche gemacht, ihn zu berichtigen, ehe noch irgend Jemand angegeben hatte, wie er entsteht. Dieses scheint zuerst geschehen zu sein von dem verstorbenen Herrn Dent im Jahre 1833 in einer Abhandlung des Nautical Magazine; und er gab folgende Erklärung desselben: Die Veränderung der Kraft der Feder schreitet gleichförmig fort im Verhältniß zur Temperatur und kann deßhalb dargestellt werden durch eine gerade Linie, die sich in irgend einem Winkel gegen eine andere gerade Linie neigt, welche in die Grade der Temperatur eingetheilt ist. Aber das Trägheitsmoment einer Unruhe von gewöhnlicher Construction kann nicht dahin gebracht werden, daß es sich gleichförmig nach der Temperatur verändert, sondern immer rascher in der Kälte, als in der Wärme; und folglich kann der Betrag der Veränderung nur ausgedrückt werden durch eine Curve, und diese Curve kann man nur mit der geraden Linie zusammenfallen lassen, welche den Betrag der Veränderung der Feder in zwei Puncten ausdrückt, entweder in zwei Extremen, oder in

zwei mittleren Puncten, oder in einem extremen und einem mittlerem Puncte. Dieses läßt sich auch mathematisch in folgender Weise darthun: Es sei r der Abstand der Compensationsgewichte b b in Fig. 50 (welches wir, der Bequemlichkeit halber, für die ganze Masse M der Unruhe annehmen wollen) vom Mittelpuncte bei irgend einer mittleren Temperatur; und es sei d r ihre Zunahme oder Abstand, herrührend von einer Abnahme einer gegebenen Zahl von Wärmegraden unter der Wirkung der Compensationsstangen: so wird alsdann das neue Trägheitsmoment sein

$$M\,(r^2 + 2\,r\,d\,r + d\,r^2)$$

und das Verhältniß des neuen zu dem alten wird sein:

$$1 + \frac{2\,d\,r}{r} + \left(\frac{d\,r}{r}\right)^2;$$

und der Ausdruck $\left(\frac{d\,r}{r}\right)^2$ ist jetzt zu groß, um unberücksichtigt bleiben zu können, wie es bei Pendeln geschehen kann, wo, wie wir gesehen haben, die Compensation $\frac{d\,l}{l}$ nur ungefähr $\frac{1}{20}$ von $\frac{d\,r}{r}$ in einer Unruhe zu sein braucht. Man hat gefunden, daß eine gleiche Zunahme der Temperatur eine gleiche (oder vielleicht eine geringere) Bewegung (— d r) der Gewichte gegen den Mittelpunct hin hervorbringt, und deßhalb wird der Betrag des verminderten Trägheitsmomentes zu dem ursprünglichen ausgedrückt werden können durch:

$$1 - \frac{2\,d\,r}{r} + \left(\frac{d\,r}{r}\right)^2;$$

so daß die Zunahme und die Abnahme vom mittleren Betrage differiren um zwei Mal $\left(\frac{d\,r}{r}\right)^2$ oder mit andern Worten: Das Trägheitsmoment der Unruhe variirt weniger bei'm Uebergange von mittleren Temperaturen zu hohen, als von mittlern Temperaturen zu niedrigen oder kalten; und

wenn eine Unruhe folglich für mittlere und kalte Temperaturen adjustirt ist, so wird es bei einer gleichen Zunahme von der mittleren Temperatur zu der heißen nicht genug abgenommen haben, oder der Chronometer wird langsamer gehen; und war die Unruhe für die zwei Temperaturextreme adjustirt, so wird er bei mittleren Temperaturen zu schnell gehen.

Die Berichtigung dieses Fehlers heißt nun die *secundäre Compensation*, und dieselbe ist neuerdings der Gegenstand einer ziemlich hitzigen Controvers geworden, welche in den Schriften an die Admiralität (und vom Parlamente publicirt) geführt wurde, und später im Journal of the Society of Arts des Jahres 1853. Sie entstand durch die wiederholten Ansprüche des Herrn *Loseby*, eines Chronometermachers von großem Rufe, auf Belohnung von Seiten der Regierung für eine Erfindung dieser Art, von welcher er behauptete, daß sie wichtiger sei, als viele andere für denselben Zweck, von denen einige früher und einige später als seine eigene gemacht worden waren. Der königl. Astronom hatte vier Mal gegen die Ansprüche des Herrn *Loseby* berichtet, obschon er die allgemeine Trefflichkeit seiner Chronometer einräumte; und aus andern Untersuchungen der Berichte über die jährlichen Prüfungen zu Greenwich in obigen Schriften und Journalen ergiebt sich, daß, wenn gehörige Mittel angewendet werden, um die Fehler der Compensation von den allgemeinen Fehlern zu unterscheiden, welche mit der Temperatur nichts zu schaffen haben, Herrn *Loseby's* scheinbare Vorzüglichkeit ganz schwindet. Es ist einleuchtend, daß die bloße Thatsache, wenn ein Chronometer besser geht, als ein anderes eine gewisse Zeit lang, nichts beweis't für den Werth einer besonderen Erfindung, welche dasselbe enthält, sobald nicht Mittel angewendet werden, die Wirkungen des Fehlers zu unterscheiden, den diese Erfindung berichtigen soll. Wir wollen eine kurze Beschreibung der Hauptklassen der Erfindungen für diesen Zweck geben, da mehre derselben im Principe einander ganz gleich sind.

Die erste wurde enthüllt von Herrn Eiffe, welcher mehre Methoden, um diesen Zweck zu erreichen, dem königlichen Astronomen im Jahre 1835 mittheilte. Sie sind nachher in einer Abhandlung beschrieben worden, welche Herr Airy für die Admiralität herausgab, und die Mitglieder derselben oder einige davon waren so glücklich, Herrn Eiffe eine Belohnung von 300 Pfd. Stg. auszuwirken, indem er der erste Erfinder sei und seine Erfindung ohne ein Patent enthüllt habe. In einer dieser Methoden wurde ein Compensationszaum angewendet; und obschon, aus den früher angegebenen Gründen, dieser für primäre Compensation nicht genügt, so kann er doch vielleicht für die secundäre ausreichend sein, wo die nöthige Bewegung bei Weitem kleiner ist. Bei einer andern Methode war die Einrichtung getroffen, daß die primäre Compensationsstange, oder eine Schraube in derselben eine Feder erreichte, welche auf derselben mit einem kleinen Gewichte befestigt war, und zwar bei irgend einer mittleren Temperatur, und daß, wenn sie weiter gebogen wurde, sie dieses secundäre Compensationsgewicht zugleich mit sich fortbewegt. Der sich von selbst darbietende Einwand dagegen (wie Herr Loseby bemerkt) ist derjenige, daß diese Einrichtung unzusammenhängend sei; aber immer ist die ganze Bewegung so klein, indem sie nicht mehr, als die Stärke eines Papierstückes, beträgt, daß diese und andere Compensationen nach demselben Principe bei manchen Gelegenheiten ebenso erfolgreich, als seine eigenen gewesen sind. Herr Eiffe scheint seit dieser Zeit einige Verbesserungen gemacht zu haben, aber die Beschaffenheit derselben ist in keiner der bereits erwähnten Abhandlungen enthüllt worden. Kurz darauf nahm Herr Molyneux ein Patent auf eine secundäre Compensation, welche derjenigen des Herrn Eiffe, die sich damals in den Händen des königl. Astronomen befand, ganz gleich war.

Eine andere große Klasse von Unruhen, die sich alle mehr oder weniger gleich waren, kann dargestellt werden durch diejenige des Herrn Dent, die, der Zeitfolge nach,

zunächst den zwei erwähnten auftrat. Auch er beschreibt mehre Formen seiner Erfindung in einer Abhandlung, welche er der Oeffentlichkeit übergab; und es muß bemerkt werden, daß die einzige, welche er als die beste unter ihnen bezeichnete, nicht diejenige ist, welche Herr Loseby nachher auswählte und als Dent's Unruhen für die Zwecke seiner Schrift an die Admiralität beschrieben hat. Folgendes ist die eigentliche Beschreibung derselben.

In Fig. 51 ist die breite Querstange selbst eine Compensationsstange, welche bei Zunahme der Wärme sich nach Aufwärts beugt, so daß, wenn die Gewichte bloß auf verticale Spindeln gesetzt werden, die sich aus den Enden der Querstange erheben, sie die Achse nähern müssen, wenn die Stange nach Aufwärts sich beugt. Statt daß aber Spindeln von der Querstange emporsteigen, erheben sie sich aus zwei Stücken s t u in Gestalt von Klampen für die secundäre Compensation, und diese Klampen sitzen auf der Querstange. Da nun auch diese Stücke für die secundäre Compensation sich selbst nach Aufwärts biegen, so nähern sie die Gewichte der Achse weit rascher, wenn die Wärme zunimmt; und durch gehörige Adjustirung der Höhe der Gewichte auf den Spindeln kann man bewirken, daß das Trägheitsmoment der Unruhe im gehörigen Verhältniß zur Veränderung der Intensität der Feder variirt. Die cylindrische Feder steht über der Querstange und zwischen den Klampen.

Fig. 52 giebt eine Darstellung von der Quecksilber-Compensationsunruhe des Herrn Loseby. Außer daß die Gewichte D am Ende der primären Compensationsstangen B sitzen, sind noch kleine gebogene Röhren F E, mit Quecksilber in denselben, wie bei einem Thermometer, vorhanden, und das Quecksilbergefäß befindet sich bei F. Wenn nun die Wärme zunimmt, pflegen sich nicht allein die primären Gewichte D und die Quecksilbergefäße F dem Mittelpuncte der Unruhe zu nähern, sondern es wird auch einiges Quecksilber längs der Röhre vorwärts getrieben, wodurch noch etwas mehr Gewicht gegen den

Mittelpunct hin bewegt wird und zwar in einem Verhältnisse, welches rascher zunimmt, als die Temperatur. Die Röhren sind an dem dünnen Ende mit Einschluß von etwas Luft verschlossen. Die Wirkung ist hier ebenso ununterbrochen, wie bei der Compensationsunruhe des Herrn Dent, und die Adjustirungen der primären und secundären Compensation sind offenbar weit unabhängiger von einander; und diese Modification von Le Roy's Anwendung des Quecksilbers für compensirte Unruhen (was ihm nicht gelungen zu sein scheint) ist sicherlich ebenso elegant, als sinnreich. Demungeachtet ergiebt sich aus einer genauen Untersuchung der schon früher erwähnten Tabellen, welche während der letzten 7 Jahre zu Greenwich geführt worden sind, daß die Vorzüge dieser Methode vor den anderen mehr theoretisch, als practisch sind; denn es ergiebt sich, daß, wenn man die sechs Monate der Prüfung in drei Perioden theilt, von denen die eine die kältesten Wochen, eine andere die heißesten und die dritte diejenigen von bloß gemäßigter Temperatur enthält, und wenn man die Eintheilung in gleiche Perioden willkürlich in solche von 8 Wochen oder in solche von 6 Wochen von den extremsten Temperaturen und in 12 von mittlerer Temperatur zerlegt, oder sie so trifft, wenn die gedruckten Tabellen der Temperatur gerade die größten Brüche in jedem Jahre anzeigen, so bleibt das Resultat doch immer dasselbe, daß nämlich Dent's Compensation während drei Jahren von den sieben und diejenige des Herrn Loseby nur während eines Jahres in dieser Zeit als die gelungenste sich auswies.

Wir bemerken auch, daß Herr Loseby in seinen zahlreichen Briefen und Schriften an die Admiralität und an die Society of Arts nicht den Einwand gegen seinen Anspruch beantwortet, daß der hohe Rang, den seine Chronometer häufig in den Greenwich-Tabellen erlangt haben, nicht erworben worden sei durch den besonderen Punct, auf welchen seine Erfindung berechnet war, sondern seiner persönlichen Sorgfalt und Geschicklichkeit zugeschrieben werden müsse, vermöge welcher er jedes Jahr

ein Chronometer vollendet, welches er der Prüfung übergeben kann. Wie sehr aber auch dieser Umstand zu seinem Lobe spricht, so ist er doch offenbar eher ein Beweis gegen den Werth seiner Erfindung, als zu Gunsten derselben und macht es wahrscheinlich, daß dieselbe Sorgfalt und Geschicklichkeit, auf einige der andern Erfindungen für secundäre Compensation verwendet, dieselben zu noch besseren Resultaten gebracht haben würde. Es ist auch merkwürdig, daß diese Compensation niemals von einem andern Chronometermacher angewendet worden ist; denn obschon Loseby sie neuerdings sich durch ein Patent gesichert hat, so stand es doch mehre Jahre vorher jedermann frei, sie zu benutzen, während die Principe der Compensationen des Herrn Eiffe und Dent bereits von mehren andern Uhrmachern angewendet worden sind.

Man hat auch Chronometer mit gläsernen Unruhfedern gemacht und die Tabellen über den Gang eines derselben, welcher vor einigen Jahren auf der königlichen Sternwarte geprüft worden war, waren sehr gut ausgefallen. Diese Federn gewähren den Vortheil, daß sie sehr wenig primäre und gar keine secundäre Compensation erheischen, wegen der sehr geringen Veränderung in ihrer Elasticität, den Federn aus Stahl oder einem anderen Metalle gegenüber. Wir haben keinen guten Grund entdecken können, weßhalb der Gebrauch derselben sich nicht verbreitet hat, außer, daß man behauptet, die Arbeiter widersetzten sich ihrer Einführung, wie sie oft gegen jede Verbesserung sind, mit welcher eine wesentliche Abweichung von den bestehenden Constructionsarten verbunden ist. Es wurde auch bei einer neuern Veranlassung in der Society of Arts behauptet, daß die gläsernen Federn ihre Wirkung nach einigen Monaten verändern, aber dieses thun die stählernen Federn ebenfalls; denn es wird ausdrücklich in Herrn Eiffe's schon früher angezogener Abhandlung gesagt, daß die Chronometer, nachdem sie einige Monate im Gange gewesen sind, immer schneller gehen. Aber was auch davon die Ursache sein möge, so scheint doch selbst Herr Dent sehr

wenige von diesen Chronometern mit gläsernen Federn gemacht zu haben, obschon derjenige von ihm herrührt, dessen Gang wir erwähnt haben.

Aber ungefähr ein Jahr vor seinem Tode entdeckte er eine ganz andere Methode, die primäre und secundäre Compensation mit einem Mal und ohne einen besonderen Zusatz zur Unruhe, oder eine Vermehrung der Kosten zu bewirken. Er nannte diese Vorrichtung die prismatische Unruhe nach der Gestalt des stählernen Ringes, von welchem der Durchschnitt in Fig. 53 dargestellt ist, indem **B C** das Messing, und das dunkelschraffirte Dreieck in demselben der Durchschnitt des stählernen Theiles des Ringes ist. Ein Prisma aus Gußstahl biegt sich weit leichter auf der Seite der Kante als an der andern Seite, und folglich ist die Bewegung größer, wenn es durch die Wärme gekrümmt, als wenn es durch die Kälte gerade gezogen wird; und das ist es eben, was man bedarf. Zwar ist die Differenz nicht ganz so groß, als sie für eine vollständige Compensation in Bezug auf einen sehr großen Spielraum der Temperatur (über 90°) sein sollte, indem der gegenwärtige königl. Astronom in einigen der letzten Jahren alle Chronometer, welche ihm zur öffentlichen Prüfung gesandt wurden, einem solchen weiten Spielraum der Temperatur unterwarf. Dieses Verfahren scheint aber ganz geeignet zu sein, die Aufmerksamkeit der Uhrmacher von Puncten größerer practischer Wichtigkeit abzuziehen und sie auf diesen einen der secundären Compensation für Temperaturveränderungen zu beschränken, und nicht einer von Hunderten derselben wird eine wirkliche Anwendung derselben zu machen haben. Es ist merkwürdig, daß, als die Tabellen über den Gang der Chronometer während einer neuern Nordpolexpedition nach Greenwich gesandt wurden, der königliche Astronom der Admiralität berichtete, daß alle Chronometer zu warm gehalten worden seien und daß sie deßhalb keine Gelegenheit darböten, zu einer Schlußfolgerung über den relativen Werth der verschiedenen Arten der secundären Compensation zu gelangen, mit einem Worte, daß

diese Compensation selbst in einer Reise nach dem Nordpol auf keine merkliche Weise zur Wirksamkeit gelangt sei. Aber, obschon es von keinem Nutzen sein dürfte, ein Chronometer dieser Art einzusenden, um es andern gegenüber in künstlichen Veränderungen der Temperatur von 21° bis 115° prüfen zu lassen, so sagt doch der gegenwärtige Herr Dent (am Strand), daß er die Chronometer nahe genug gefunden habe für die erforderliche Compensation, hinsichtlich aller gewöhnlichen Veränderungen der Temperatur und auch mehr als gewöhnlich stäte in ihrem Gange; denn selbst in den besten Chronometern kommen dann und wann ganz launenhafte Veränderungen vor, aus denen sich ergiebt, daß noch ein weiter Raum für Verbesserung in andern Dingen außer der Compensation für einen außerordentlich weiten Spielraum der Temperatur besteht.

Taschenuhrenhemmungen.

Eine größere Mannichfaltigkeit der Hemmungen als bei den Pendeluhren ist in den Taschenuhren gebräuchlich. In der österreichischen Abtheilung auf der großen Industrie-Ausstellung befand sich ein großes Taschenuhrengangwerk, in welches der Erläuterung halber dreizehn verschiedene Hemmungen eingesetzt werden konnten, nicht etwa weil man behaupten könnte, daß irgend eine von dieser ganzen Zahl im Gebrauche sei. Die einzigen, die hier als gebräuchlich beschrieben werden sollen, sind:

1) die alte verticale oder sogenannte Spindelhemmung, welche jetzt fast außer Gebrauch gekommen ist;
2) die Hebelhemmung, bei Weitem gegenwärtig die gebräuchlichste in englischen Taschenuhren;
3) die horizontale oder Cylinderhemmung, die ebenfalls ganz gebräuchlich ist in ausländischen Uhren, obgleich sie eine englische Erfindung ist;

4) die Duplex- oder Doppelradhemmung, die sonst mehr gebräuchlich war in Taschenuhren feinster Ausführung, als gegenwärtig; und
5) die freie oder Chronometerhemmung, so genannt, weil sie immer angewendet wird in Seechronometern.

Es ist eigentlich jede Taschenuhr in einem Sinne ein Chronometer; aber man ist übereingekommen, diesen Ausdruck nur auf Seechronometer und auf Taschenuhren derselben Construction anzuwenden, welche deßhalb Taschenchronometer genannt werden. Außer diesen fünf Normalhemmungen haben wir bereits erwähnt, daß die Hemmung des Herrn Macdowall mit einem einzigen Stifte, Fig. 35, neuerdings auch auf Taschenuhren angewendet worden ist, und daß sie in manchen Hinsichten den Vorzug vor der Hebelhemmung hat; aber sie kommt theurer zu stehen, weil sich bei ihr zwei Räder mehr im Räderwerke nothwendig machen; und diese, gleich der Virgul oder Kommahemmung (welche in den meisten französischen Abhandlungen über Taschenuhren beschrieben ist), kann kaum dem Verzeichnisse der im allgemeinen Gebrauche befindlichen Hemmungen hinzugefügt werden, obschon sie mit Recht einen Vorzug vor vielen andern der bereits erwähnten dreizehn Hemmungen besitzt.

Die verticale oder Spindelhemmung ist weiter nichts, als die ursprüngliche Pendeluhrenhemmung, Fig. 31, der Stellung der Räder in einer Taschenuhr und der Unruhe auf die in Fig. 54 angegebene Weise angepaßt. Sie ist, wie wir schon früher gesehen haben, eine rückfallende Hemmung und die einzige von denen, welche wir in dieser Beziehung erwähnt haben; sie erfordert eine beträchtliche Dicke der Taschenuhr, um das Rad aufzunehmen, welches vertical steht, während alle andern Räder horizontal liegen. Sie steht auch allen andern, hinsichtlich des Ganges, nach und ist sehr wenig wohlfeiler, als die Hebelhemmung jetzt geliefert werden kann, weßhalb man sich nicht wundern darf, daß sie gegenwärtig fast gänzlich außer Gebrauch gekommen ist.

Die Hebelhemmung, wie sie jetzt durchgehends gemacht wird, ist von Thomas Mudge, einem Londoner Uhrmacher, erfunden worden, welchem (oder seinem Sohne an seiner Stelle) im Jahre 1793 ein Ausschuß des Unterhauses, gegen die Meinung der Längencommission (Board of Longitude) und offenbar, weil derselbe das Zeugniß, welches er gab, nicht verstand, eine Belohnung von 3000 Pfd. Strlg. für die Erfindung einer Aufzugshemmung für Chronometer gegeben hat, die nicht einen Pfennig werth war, ja, wie sich's auswies, weniger als nichts werth war für seinen Sohn, der die Verfertigung von Chronometern fortsetzte. Nimmt man indessen an, daß die Belohnung gegeben worden sei für die Erfindung der Hebelhemmung, welche jetzt gebräuchlich ist in allen den besten Uhren in der Welt (mit Ausnahme der Chronometer), so kann man sagen, daß sie wohl verdient worden sei. Es ist merkwürdig, daß Graham, der Erfinder der ruhenden Hemmung in Pendeluhren, nicht darauf gekommen ist, dieselbe in den Taschenuhren anzuwenden. Bei dieser Anwendung vermeidet man auch den großen Mangel jener Hemmung in den Pendeluhren, nämlich die Reibung auf den ruhenden Flächen der Paletten, soweit sie nicht nothwendig ist zur Hemmung. Fig. 55 zeigt ihre Wirkung. Die Lage des Hebels in Bezug auf die Palletten ist von keinem wesentlichen Belang im Princip und nur ein Gegenstand der Convenienz in der Anordnung; aber sie ist in der Regel so, wie wir sie gegeben haben.

Wenn wir zurückgehen zur ruhenden Hemmung in Pendeluhren, Fig. 33, so werden wir finden, daß sie genau dieselbe ist, als wenn die Palletten dort mit dem Pendel nicht weiter schwingen, als gerade ausreichend ist, damit der Zahn entweichen kann und das Pendel während der ganzen Ruhe seines Ausschlages über den Hemmungswinkel hinaus frei bleibt. Der Grund, warum dieses bei einem Pendel nicht der Fall sein kann, liegt darin, daß sein Schwingungsbogen so klein ist, daß die erforderliche Tiefe des Ausschnittes nicht erlangt werden

kann zwischen den beiden Kreisen, welche von dem Ende S des Hebels und irgend einem Stifte im Pendel beschrieben werden, welcher darin wirken würde. In einer Taschenuhr dagegen kann der Stift P, welcher in einem Cylinder auf der Spindel der Unruhe sitzt, in der Regel nicht eher aus der Kerbe im Ende des Hebels entweichen, als bis die Unruhe 15° über ihre mittlere Stellung hinaus erreicht hat. Die Palletten sind, wie man zu sagen pflegt, ein Wenig unterschnitten, d. h., die ruhenden Flächen sind so abgeschrägt, daß sie ein wenig Rückfall nach der entgegengesetzten Richtung gestatten, oder der Auslösung schwachen Widerstand entgegensetzen, weil sonst Gefahr sein würde, daß bei einer Erschütterung der Uhr ein Zahn entweichen könnte, während der Stift vom Hebel frei ist. Man hat auch noch eine andere Vorkehrung der Sicherheit halber hinzugefügt. In dem Cylinder, welcher den Impulsstift P trägt, befindet sich noch eine Kerbe gerade vor P, in welche der andere Stift S auf den Hebel paßt, wenn sie vorübergehen; aber wenn die Kerbe den Cylinder hat passiren lassen, so verhindert sie den Hebel zurückzukehren, weil der Sicherheitsstift S nur durch die Kerbe passiren kann, die sich nur in der Lage befindet, daß die Passage möglich wird in derselben Zeit, wo der Impulsstift im Hebel sitzt. Die Palletten in einer Hebelhemmung sind (außer bei schlechten und wohlfeilen) immer mit Edelsteinen ausgelegt, und das Hemmungsrad ist von Messing. Auch die Stange des Hebels hat mit Edelsteinen ausgelegte Zapfenlöcher bei theuren Uhren und ebenso das Hemmungsrad bei allen guten Uhren. Die Löcher für die Unruhzapfen sind jetzt immer mit Edelsteinen ausgelegt, wenn dieses bei keinem andern Zapfen der Fall ist. Das Hemmungsrad schlägt in diesen und den meisten Taschenuhrenhemmungen in der Regel fünfmal in einer Secunde, in großen Chronometern viermal; und das Rad zunächst dem Hemmungsrade trägt den Secundenzeiger. Die Hemmung des Herrn Macdowall mit dem einzelnen Stifte ist gerade so auf Taschenuhren angewendet worden, wie die ruhende Hem-

mung der Pendeluhren in die Hebelhemmung in Taschenuhren umgewandelt worden ist.

Fig. 56 ist eine Darstellung der horizontalen oder Cylinderhemmung dergestalt, daß der Durchschnitt durch den Cylinder geführt ist, welcher auf der Spindel der Unruhe im Niveau der Spitzen der Zähne des Hemmungsrades sitzt; denn die dreieckigen Stücke A B sind nicht flache Vorragungen in gleicher Ebene mit den Zähnen, sondern erheben sich auf kurzen Hälsen über die Ebene des Rades; und noch mehr von dem Cylinder, als die Portion, welche man bei A C D erblickt, ist weggeschnitten, wo das Rad selbst zu passiren hat. Der Erfinder dieser Hemmung war Graham, und sie hat im Princip größere Aehnlichkeit mit der ruhenden Hemmung in Pendeluhren, als die Hebelhemmung, obschon weit weniger dem Ansehen nach, weil in dieser Hemmung die ruhende Reibung der Zähne gegen den Cylinder Statt findet, erst an der Außenseite, wie hier dargestellt ist, und dann an der Innenseite, wie durch punctirte Linien angegeben ist, während der ganzen Schwingung der Unruhe, bis auf diejenige Portion, welche zum Impuls gehört, wogegen bei der Hebelhemmung die ruhende Reibung, wie wir eben erklärten, nicht Statt findet. Der Impuls wird gegeben durch die schrägen äußern Kanten A a, B b der Zähne gegen die Kanten A D des Cylinders abwechselnd. Die Portion des Cylinders, welche an der Stelle der Wirkung weggeschnitten ist, beträgt etwa 30° weniger, als den Halbkreis. Der Cylinder selbst wird entweder aus Stahl oder Rubin gemacht, und wegen der kleinen Quantität desselben, die im Niveau des Rades gelassen wird, ist er offenbar sehr schwierig auszuführen; und wahrscheinlich ist dieses der Hauptgrund gewesen, warum diese Hemmung, obgleich eine englische Erfindung, von den englischen Uhrmachern zu Gunsten der Hebelhemmung, ursprünglich einer französischen Erfindung, obschon, wie wir gesehen haben, von Hrn. Mudge sehr verbessert, fast gänzlich aufgegeben worden ist; denn vor seiner Erfindung hatte der Hebel einen Rechen oder

einen Theil eines gezahnten Rades an seinem Ende, mit welchem er in ein Getriebe an der Unruhspindel eingriff und folglich von der ruhenden Reibung und noch außerdem von derjenigen dieses Rades und Getriebes afficirt wurde. Diesen nannte man den Rechenhebel und Mudge's freien Hebel; da aber der Rechenhebel jetzt ganz außer Gebrauch gekommen ist, so hat man von der Hebelhemmung das Wort „freie" weggelassen und es auf Chronometer beschränkt, wofür es sich mehr eignet, wie wir sogleich sehen werden. Die Schweizer Taschenuhren haben fast durchgängig die horizontale Hemmung. Man hat gefunden (aus welchen Gründen ist unbekannt, da die Regel in offenbar ähnlichen Fällen sicherlich nicht Stich hält), daß ein stählernes Hemmungsrad in dieser Hemmung besser wirkt, als ein messingenes, obgleich in einigen andern Fällen Stahl auf Stahl oder selbst auf Rubin sehr bald einen Rostüberzug erzeugt, wenn die Flächen nicht gut geölt werden, während Messing und Stahl oder Stein mit äußerst wenig Oel und in manchen Fällen mit gar keinem von guter Wirkung sind.

Die Duplexhemmung, Fig. 57, ist wahrscheinlich so genannt worden, weil sich eine doppelte Reihe von Zähnen am Hemmungsrade befindet, die langen (gleich denen der Hebelhemmung gestaltet) bloß, um zu hemmen, und die kurzen (oder vielmehr die Stifte am Rande des Rades), um den Impuls der Pallette P auf der Unruhspindel zu geben. Die Wirkung dieser Hemmung ist ganz eigenthümlich und verlangt einige Aufmerksamkeit, um sie zu verstehen. Sie ist eine einschlägige Hemmung, d. h., die Unruhe erhält nur den Impuls nach einer Richtung, oder bei jedem andern Schlage, wie bei der Chronometerhemmung und bei einigen Pendeluhrhemmungen, die wir nicht beschrieben haben, weil sie nie in Gebrauch gekommen sind. Wenn sich die Unruhe in der von dem Pfeil angegebenen Richtung dreht und in die Stellung gelangt, in welcher der punctirte Zahn b seine Spitze gegen die dreieckige Kerbe V gerichtet hat, so rückt das Ende des Zahnes in die Kerbe, und da die Spindel sich

dann weiter umdreht, so rückt der Zahn mit ihr fort, bis er endlich entweicht, wenn der Zahn in die Stellung A gelangt ist; und während dieser Zeit hat sich der Zahn oder die Pallette, welche von der Spindel vorragt, von p nach P bewegt und ist gerade dem Stifte T, welcher auf dem Rande des Hemmungsrades steht und jetzt anfängt, gegen P hin zu rücken, gegenüber angelangt, und giebt so den Impuls, bis er auch entweicht, wenn er nach t gelangt ist; und das Rad wird dann von dem nächsten Zahne B gehemmt, nachdem er in die Stellung b gelangt ist, während seine Spitze gegen die Spindel sich stützt, und jetzt liegt offenbar dasjenige vor, was wir ruhende Reibung zwischen ihnen genannt haben; aber da die Spindel kleiner ist, als der Cylinder der horizontalen Hemmung und auch aus einem Edelsteine gefertigt ist, so afficirt die Reibung die Bewegung der Unruhe nicht sonderlich. Der Impuls wird auch ganz direct durch die Linie der Mittelpuncte und deßhalb mit sehr wenig Reibung gegeben, wie in der bereits beschriebenen dreischenkeligen ruhenden Hemmung für Pendeluhren und wie in der Chronometerhemmung, die sogleich beschrieben werden soll. Ein geringer Impuls wird auch ertheilt von dem langen Zahne an der Kerbe, aber der größte Theil dieser Bewegung geht verloren. Wenn die Unruhe zurückkehrt, geht die Kerbe V über das Ende des Zahnes b hinaus, und wegen ihrer Kleinheit passirt sie, ohne das Hemmungsrad merklich zu afficiren, obschon sie einen ganz schwachen Stoß während des Passirens hervorbringt. Es liegt auf der Hand, daß der Zahn, wenn sie nicht passirte, nicht in die Kerbe für das nächste Entweichen gelangen könnte.

Der Einwand gegen diese Hemmung ist der, daß sie sehr große Genauigkeit in der Ausführung erheischt, und daß man bei ihr auch die Taschenuhr sehr sorgfältig tragen muß; denn wenn zufällig die Unruhe einmal dadurch gehemmt wird, daß sie weit genug zurückschwingt, um die Kerbe V über das Ende des Zahnes hinauszu-

bringen, so steht sie ganz still, indem sie weit mehr das nächste Mal von ihrer Schwingung verliert, weil sie keinen Impuls empfängt. Die Leistung dieser Hemmung, wenn sie gut ausgeführt worden, und ihre Unabhängigkeit vom Oel kommen ziemlich derjenigen der freien Hemmung gleich, obschon nicht vollständig; und da Hebeltaschenuhren jetzt hinlänglich gut für alle andern Zwecke, als die astronomischen, gefertigt werden, für welche letzteren man sich der Chronometer bedient; und da sie auch wohlfeiler herzustellen und zu repariren sind, als Uhren mit Duplexhemmungen, so hat die Verfertigung der letzteren Uhren in der neuern Zeit ziemlich abgenommen.

Die Chronometerhemmung oder die freie Hemmung ist in Fig. 58 in der Form dargestellt, die ihr Earnshaw vor ziemlich 80 Jahren gegeben und die sie seit der Zeit mit der geringen Abänderung beibehalten hat, daß die Pallette P, welche den Impuls erhält (genau entsprechend der Pallette P in der Duplexhemmung), jetzt in der Regel in einer radialen Richtung von der Spindel angebracht wird, während sie Earnshaw nach Hinterwärts abschrägte oder unterschnitt, gleich den Hemmungsradzähnen.

Die früheste Geschichte der Hemmungen nach diesem Princip scheint nicht ganz klar zu sein. Sie scheinen in Frankreich entstanden zu sein; aber es unterliegt keinem Zweifel, daß sie von dem ersten Arnold, welcher 1799 starb, bedeutend verbessert wurden (der zweite Arnold, welcher 1842 starb, verdankte seinen Ruf zuerst seinem Vater und dann seinem Compagnon, dem verstorbenen Herrn Dent). Er empfing von der Regierung mehre Belohnungen für Verbesserungen von Chronometern, obschon sich nicht behaupten läßt, daß er sie alle verdiente; denn die letzte und größte derselben erhielt er einzig und allein durch den Einfluß seines Freundes Sir Joseph Banks, welcher, nachdem es ihm mißlungen war, die Längencommission zu bewegen, die Zeugnisse des königli-

chen Astronomen unberücksichtigt zu lassen und dieselbe in Folge der Opposition des Herrn Banks gegen die Bewilligung für Earnshaw ein ferneres Gutachten erstattet hatte, endlich mit Hülfe des ersten Lord's der Admiralität, Lord Melville von der Majorität dieser Commission eine fernere Bewilligung von 1680 Pfund Sterling an Herrn Arnold für gar keine Erfindung mehr herauspreßte, als um denselben bloß Herrn Earnshaw gleichzustellen, weil ihm 3000 Pfd. Strlg. für die Verbesserungen bewilligt worden waren, welche seine gewöhnlichen und wohlfeilen Chronometer in den Stand setzten, die compilirten von Arnold und andern Uhrmachern zu schlagen; von den andern Beweisen für das Genie des Herrn Earnshaw mag noch erwähnt werden, daß er kühn das allgemeine und alberne Vorurtheil für sogenannte hohe Vollendung, d. h., die Politur derjenigen Oberflächen, die keine Wirkung hatten und auf denen deßhalb keine Reibung Statt fand, verachtete. Wir bedauern es, daß er hierin von Niemandem, wenigstens nicht bei Chronometern, nachgeahmt worden ist, und Herr Dent, welcher dasselbe System bei Thurmuhren befolgte, hat deßhalb aus demselben Grunde denselben Tadel erfahren und zwar aus noch weit abgeschmackteren Gründen; denn nichts ist eine lächerlichere Geldverschwendung, als nicht wirkende Oberflächen, die man, nachdem sie die Werkstatt verlassen haben, nicht wieder zu sehen bekommt, zu poliren; und außerdem verlieren sie auch nothwendig binnen einigen Monaten durch Schmutz, Oel und manchmal durch Rost ihre Politur. Aber es ist Zeit, daß wir nun die freie Hemmung beschreiben, wie sie seit Earnshaw's Zeiten mit der geringen Verschiedenheit in der Gestalt der Pallette, wie schon bemerkt, gefertigt worden ist.

In Fig. 58 ist der kleine Zahn V an der Spindel der Unruhe eben im Begriff, den Einfall DT aus dem Zahn T des Hemmungsrades zu lösen; und der Zahn A will eben anfangen, den Impuls an der Pallette P

zu geben, welche in guten Chronometern immer aus einem, in den Cylinder eingesetzten Edelsteine besteht; auch der Zahn V ist ein solcher Edelstein. Dieser Theil der Wirkung ist so augenfällig, daß er keiner weitern Erläuterung bedarf. Wenn die Unruhe zurückkehrt, muß der Zahn V an dem Ende des Einfalls vorüber kommen, ohne denselben zu stören; denn sobald er ausgelös't ist, fällt er wieder gegen den Aufhaltungsstift E und ist ganz bereit, den nächsten Zahn B zu empfangen, und muß hier verweilen, bis er wieder ausgelös't wird. Dieser Einfall endet oder beginnt vielmehr mit einer etwas steifen Feder, die auf den Block D am Uhrwerk geschraubt ist, so daß er sich ohne alle Hemmung der Zapfen wie ein Pendel bewegt. Das Passiren wird bewerkstelligt mittelst einer andern Feder T V, die Passirfeder genannt, die von dem Körper des Einfalles nach Links weggeschoben werden kann, nicht aber in einer andern Richtung, ohne den Einfall mitzunehmen. Bei der Schwingung nach Rückwärts erhält daher die Unruhe, wie bei der Duplexhemmung, keinen Impuls und hat außerdem noch den schwachen Widerstand der Passirfeder zu überwinden; aber sie hat keine andere Reibung und ist die ganze Zeit vom Hemmungsrade gänzlich frei, außer wenn sie den Impuls empfängt. Dieses ist auch der Fall bei der Hebelhemmung; aber der Impuls wird bei letzterer in schräger Richtung und folglich mit einer ziemlichen Reibung gegeben; und außerdem wirkt das Hemmungsrad nur auf die Unruhe durch Vermittelung des Hebels, der die Reibung seiner eigenen Zapfen und des Impulsstiftes besitzt. Die Hemmungspallette T ist der Sicherheit halber ein Wenig unterschnitten und besteht bei den besten Chronometern ebenfalls aus einem Edelsteine; dabei ist die Passirfeder aus Gold, indem der Stahl rosten würde.

Bei der Duplexhemmung und bei der freien Hemmung erheischt die Regulirung der Wirkung der verschiedenen Theile, d. h., die Adjustirung derselben, so daß jeder bereit ist, genau zur rechten Zeit zu wirken, große

Sorgfalt; und es ist merkwürdig, daß die Einrichtung, welche geometrisch richtig, oder geeignet für jede langsame Bewegung der Unruhe ist, wirkliche Bewegung nicht vertragen kann. Wenn die Pallette P wirklich so gestellt wäre, daß sie gerade auf den Zahn A in beiden Hemmungen in dem Moment des Auslösens zeigt (wie wir sie gezeichnet haben, weil sie sonst aussehen würde, als könnte sie gar nicht wirken), so würde sie eine Strecke fortlaufen, ehe der Zahn gefangen werden könnte, weil in der Duplexhemmung das Hemmungrad sich dann nur langsam bewegt, in der freien Hemmung aber sich gar nicht bewegt und in der Ruhe still steht. Die Pallette P wird deßhalb in der That ein Wenig weiter zurückgesetzt, so daß sie bei dem Zahne A gerade anlangt, wenn derselbe für sie bereit ist, ohne Zeit und Kraft zu verschwenden, um bis zu demselben zu laufen.

Die freie Hemmung ist auch nach dem Princip der Duplexhemmung gemacht worden, so daß sie lange Zähne zum Hemmen und kurze oder Stifte näher am Mittelpuncte für den Impuls hat; aber die Vortheile, die man damit erlangt, scheinen die größere Mühe nicht werth zu sein, und die Kraft, welche für die Auslösung erforderlich ist, wird durch diese Einrichtung nicht merklich vermindert, indem die Feder D in jedem Falle sehr steif sein muß, um Vorkehrung gegen den Fall zu treffen, wenn die Uhr in der Lage gehalten wird, in welcher das Gewicht des Vorfalls die Auslösung derselben mit unterstützt.

Es hat mehre Erfindungen für Aufzugshemmungen gegeben, von denen einige sicher weit besser sind, als die vom Parlamente belohnte Hemmung des Herrn Mudge; aber es sind Mängel bei allen derselben, und im Ganzen erlangt man nicht denselben Vortheil, wenn man den Impuls einer Taschenuhrunruhe mit Hülfe irgend einer andern Feder, statt mittelst der Triebfeder, ertheilt, wie es bei Thurmuhren der Fall ist, wo die Kraft des Räderwerks weit größeren Veränderungen ausgesetzt ist, als bei Chronometern oder kleinen Pendeluhren. Wir sind indessen weit entfernt, zu behaupten, wie es mehre Per-

sonen, auf den sehr ungenügenden Grund gestützt, diese Erfindungen hätten bis jetzt den Zweck verfehlt, gethan haben, daß eine Aufzugshemmung für Taschenuhren niemals gelingen werde. Mit eben soviel Zuversicht wurde im Voraus versichert, daß sie bei Thurmuhren niemals gelingen werde. Demungeachtet sehen wir gegenwärtig, daß sowohl ein Räderaufzug, als eine Aufzugshemmung ganz vollkommen gelungen sind, und daß dadurch die Pendeluhren einen weit genauern Gang erhalten haben, als sie jemals besessen hatten.

Repetiruhren, Taschenuhren ohne Schlüssel 2c.

Zu denjenigen Arten von Taschenuhren, die ziemlich ganz aus der Mode gekommen sind, kann man die Repetiruhren rechnen, nämlich solche Uhren, welche die Stunden und die Viertelstunden schlagen, sobald man den Henkel der Uhr einwärts drückt. Sie werden gegenwärtig in England gar nicht mehr gemacht, und zwar aus sehr gutem Grunde; denn es ist fast unmöglich, in den Raum einer selbst großen Taschenuhr die Menge von Rädern und andern Dingen zusammenzudrängen, die für das Repetirwerk erforderlich sind, ohne auf eine unzweckmäßige Weise dadurch das Gehwerk zu stören; und außerdem ist das Schlagwerk an und für sich so beschaffen, daß es leicht in Unordnung geräth. Wir haben es deßhalb für besser gehalten, hier die Beschreibungen der verschiedenen Erfindungen dieser Art wegzulassen und den Raum Gegenständen von größerer practischer Wichtigkeit zu widmen.

Das Aufziehen der Taschenuhren ohne einen Schlüssel ist ein Gegenstand, der zu mehren Erfindungen Veranlassung gegeben hat und außer der bloßen Bequemlich-

keit, von einem Schlüssel unabhängig zu sein, noch bedeutenden Vortheil gewährt, denn da alsdann keine Veranlassung vorhanden ist, die Taschenuhr zu öffnen, so kann das Gehäuse so eingerichtet werden, daß es genauer schließt, und die Luft wird dann vollständiger ausgeschlossen, und die Uhr wird nun länger gehen, ohne einer Reinigung zu bedürfen. Dabei erspart man auch die Dicke uud die Kosten einer doppelten Hinterseite des Gehäuses.

Die erste Einrichtung dieser Art bestand darin, daß man den Knopf des Henkels, der in die Uhr hineinging und an welchem ein hakenartiger Sperrkegel befestigt war, welcher die Schnecke oder das Federhaus mittelst eines Sperrrades aufzog, aus der Uhr herauszog. Aber diese Einrichtung entsprach dem Zwecke nicht, gerieth leicht in Unordnung, und außerdem wurde bei jedem Aufziehen frische Luft in die Taschenuhr gepumpt, was bald nachtheilige Wirkungen hervorbrachte.

Eine weit bessere Einrichtung ist diejenige, welche in dem Berichte über die Uhren der großen Industrieausstellung angegeben ist, und von welcher Erfindung Herr Dent als der Eigenthümer, obschon nicht als der Urheber, genannt wird. Sie verbindet die beiden Zwecke des Aufziehens und des Stellens der Zeiger mittelst des Henkels in der Weise, wie wir jetzt beschreiben wollen. In Fig. 59 ist d ein Rad am Federgehäuse mit conischen Zähnen, und ein anderes kleines Kegelrad sitzt auf der Spindel b, welche im Henkel oder Griffe mit einem geränderten Kopfe a endet. Diese beiden Räder können nicht gut ohne die Dazwischenkunft eines dritten Rades, welches in der Figur linker Hand unter den drei Figuren der Zeichnung 59 mit e bezeichnet ist, so angeordnet werden, daß sie mit einander in Eingriff kommen. Es läßt sich nun leicht erkennen, daß durch Drehen des geränderten Kopfes das Federhaus aufgezogen wird. Dieselbe Einrichtung läßt sich nun auch an der Schnecke anbringen, obschon dadurch das Volumen der Uhr vergrößert wird; aber in der That werden diese Taschenuhren ohne

Schnecke gemacht und wir haben von Personen, welche solche Uhren einige Jahre getragen haben, vernommen, daß der Mangel einer Schnecke aus irgend einem Fehler in den Leistungen der Uhr nicht erkannt werden konnte. Ueber diesen Gegenstand haben wir schon weiter oben unsere Meinung ausgesprochen.

Das Aufziehrad d wird auch mit der wohlbekannten Erfindung des Herrn **Breguet** ausgestattet, die in England unter dem Namen tipsy key bekannt ist, wenn sie an einem gewöhnlichen Aufziehschlüssel angebracht worden. Man kann alsdann den Henkel in verkehrter Richtung drehen, ohne daß man dadurch etwas Anderes bewirkt, als ein Sperrrad über seinen Sperrkegel zu bewegen und ohne daß man also der Taschenuhr Gewalt anthut, wenn man sie in der verkehrten Richtung aufzuziehen sucht. Derselbe Henkel sammt den Rädern werden auch benutzt, um die Zeiger zu stellen und zwar in folgender Weise:

Ein kleines Rad f dreht sich auf einem Putzen am Ende des Hebels fgh, und da der Hebel sich auf einem Zapfen bei g dreht, wenn sein Ende h, welches eben nur durch den Ring der Uhr vorragt, nach einer Seite geschoben wird, so wird das Rad f alsdann in Eingriff gebracht mit dem Aufziehrade d und dem Stundengetriebe in der Mitte der Uhr; und wenn demnach der Henkel dann gedreht wird, so verändert er die Stellung der Zeiger ganz auf dieselbe Weise, wie sie bei ausländischen Uhren von der Rückseite her mit einem Schlüssel gewöhnlich verändert werden, so daß die Vorderseite niemals geöffnet zu werden braucht. Während man nun dieses thut, zieht man auch zu gleicher Zeit die Uhr ein Wenig auf, wenn nämlich der Henkel in der Richtung zum Aufziehen gedreht worden ist; aber dieses ist von keinem Belang, nur daß man nicht, wenn man eben die Uhr vollständig aufgezogen hat, die Zeiger vorwärts rücken kann. (Die Einrichtung des Hebels und des Rades f ist nicht ganz dieselbe in Herrn **Dent's** neuern Uhren, wie wir sie oben gegeben und aus einer seiner Abhandlungen entnommen haben. Da aber das Princip dasselbe ist, so

haben wir es nicht der Mühe werth erachtet, die Zeichnung zu verändern.

Der von Herrn Bisson zu Paris erfundene Mechanismus, eine Taschenuhr ohne Schlüssel aufzuziehen, ist sehr einfach und wohlfeil. Die Kapseln und Gehäuse der dünnen Taschenuhren dürfen nothwendig keine bedeutende Stärke haben, und man darf daher auch keinen bedeutenden Druck auf dieselben ausüben, weil sie sonst nachgeben und beschädigt würden. Mit den Abänderungen, welche der Erfinder bei diesen Uhren angebracht hat, können die Stege so hoch liegen, daß die Theile des Gangwerkes gehörig geschützt sind.

Fig. 60 zeigt den Mechanismus zum Aufziehen der Uhr. A ist der Steg des Federhauses; B ein Sperrrad, unter diesem Stege angebracht; C ein Zahnsector, der als Sperrkegel wirkt; D eine Feder, welche den Zahnsector in der Verzahnung des Sperrrades B zurückhält. Eine Stahlplatte E ist in dem Gehäuse angebracht und wird durch ein krummes Blatt G außerhalb festgehalten; F ist ein an diesem Blatte G befestigter Knopf.

Indem man nun dem Knopfe F eine hin- und hergehende Bewegung ertheilt, dreht der Zahnsector C, welcher dieselbe Bewegung erhält, das Sperrrad B, und es wird auf diese Weise die Uhr aufgezogen. Diese Bewegung ist sehr einfach, macht den Mechanismus nicht zusammengesetzter und erfüllt den beabsichtigten Zweck so gut als möglich.

Der Erfinder schlägt auch vor, den Zahnsector direct mit einer kleinen Stange zu verbinden, welche man nur zu ziehen oder zu stoßen braucht; man würde in diesem Falle statt der Kreisbewegung eine geradlinige wiederkehrende Bewegung anwenden.

Fig. 61 zeigt den Mechanismus zum Stellen der Uhr auf die richtige Stunde, M ist ein Zeigerzapfen, wie er bei allen Uhren vorhanden ist; L das Minuten- oder ein Zwischenrad, je nachdem man unmittelbar oder mittelbar auf die Zeiger einwirken will. K bezeichnet ein Getriebe, welches mit dem Rade L im Eingriffe steht;

I einen kleinen Steg, welcher das Getriebe umfaßt; H ist die Spindel des Getriebes, welches sich in einen Knopf endigt, und F eine Feder, welche dazu dient, das Getriebe festzuhalten, es mag angezogen oder vorgeschoben worden sein.

Die Abbildung zeigt den Mechanismus in der Stellung, wie man sich seiner bedienen kann. Das Ende der Feder, welches gegen den Träger N drückt, hindert das Getriebe, aus seiner Lage zu kommen. Man braucht nur den Knopf in der einen oder der andern Richtung zu drehen, um die Zeiger vor- oder zurückzustellen. Das Getriebe dreht sich und mit ihm das Rad L, welches seinerseits den Zeigerzapfen M dreht. Zu dem Ende ist das Rad L gezahnt, wie ein Stirnrad, oder wie ein Kronrad; in diesem Falle ist die Verzahnung nach Aufwärts gerichtet, so daß es unten in das Rad M und oben in das Getriebe K greift.

Will man die Zeiger nicht berühren, so drückt man gegen den Knopf; das Getriebe senkt sich und verläßt die Zähne, die Feder drückt auf den obern Theil des Trägers N, damit er nicht aufwärts gehen kann, und das Rad L ist gänzlich frei. Die Knöpfe zum Aufziehen und zum Stellen liegen zu beiden Seiten des Uhrbenkels.

Der Kaiser Napoleon I. hatte eine Taschenuhr, welche sich mittelst eines mit einem Gewichte beschwerten Hebels, welcher bei jedem Schritte stieg und sank, von selbst aufzog, indem derselbe einen Sperrkegel mit Haken trug, welcher ein mit dem Federhause verbundenes Sperrrad aufzog, wenn es nicht bereits völlig aufgezogen war. Das unter dem Namen Pedometer bekannte Instrument ist nach demselben Grundsatze, obschon für einen andern Zweck construirt, indem es bloß die Zahl der Schritte zählen soll, welche man macht, während man das Instrument in der Tasche trägt. Es läßt sich nach der Zahl der Schritte, welche man auf eine Meile gewöhnlich macht, adjustiren. Diese müssen zuerst gezählt werden, wonach man das Instrument stellt, und dann zeigt es auch die zurückgelegte Entfernung an; aber ohne

eine solche Adjustirung gewährt es für die Entfernung keinen Maßstab und ist im Ganzen von sehr geringem Nutzen.

Wir besitzen eine sehr elegante Erfindung von Herrn Redier in Paris (der bei der großen Industrieausstellung dafür eine Preismedaille erhielt), durch welche man in den Stand gesetzt wird, genau die Zeit einer Beobachtung zu markiren, ohne daß man dabei von dem Gegenstande wegzusehen, oder die Schläge einer Uhr nach dem Gehör zu zählen braucht. In Fig 62 ist **D D** das Zifferblatt einer großen Taschenuhr, die nicht zum Einstecken bestimmt ist, obschon sie nicht so groß, als ein Taschenchronometer ist. Die Welle des Secundenzeigers befindet sich in der Mitte, so daß man den gewöhnlichen Raum einer Minute für die Secunden auf dem Zifferblatte bekommt, und die Räume können noch weiter getheilt werden, wenn es sich nothwendig macht. Die Taschenuhr darf keine Duplexhemmung oder eine freie Hemmung haben, weil sich bei ihnen der Zeiger nur bei jedem zweiten Schlage bewegt, und je rascher die Unruhe schwingt, desto genauer können die Beobachtungen sein. Ein sehr genauer Gang der Uhr ist hierzu nicht erforderlich, noch viel weniger eine solche Uhr, wie man sie auf Sternwarten mit sehr lauten Schlägen hat (was in der Regel mit einem sehr genauen Gange nicht verträglich ist) und man braucht die Uhr nur kurz zuvor, ehe man beobachten will, nach einer andern Uhr zu stellen. Der Secundenzeiger ist doppelt, indem der untere in eine kleine Schale bei **B** mit einem kleinen Loche im Boden ausläuft; und der obere Zeiger **E A B** besteht aus einer Feder, welche an dem untern bei **E** befestigt ist, und das Ende **B** besitzt eine Spitze, welche gerade durch das Loch in der Schale geht. Ein Tropfen dicke Tinte wird in die Schale gethan, und es liegt auf der Hand, daß, wenn der obere Zeiger niedergedrückt wird, seine Spitze ein Zeichen auf dem Zifferblatte zurücklassen wird. Das Niederdrücken geschieht auf folgende Weise:

Bei A befindet sich eine Art von Ring, welcher an dem markirenden Zeiger hängt, sich sehr bequem auf der Welle des Hauptsecundenzeigers bewegt und ganz nahe am Ende der Feder SS, welche an dem Uhrgehäuse befestigt ist und von Außen durch einen Knopf K nach Einwärts gedrückt werden kann, in einen Ring C endigt. Es würde sehr schwierig sein, in einer Zeichnung genau die Gestalt des Stiftes P und der geneigten Ebene, welche über ihn passirt, anzugeben; aber er ist so beschaffen, daß sobald der Knopf weit genug einwärts gedrückt worden, die schiefe Ebene über das Ende von P fällt, und dann schlägt die Feder den Ring C nieder und drückt dadurch den markirenden Zeiger nieder, und dann wird die schiefe Ebene von der Seite her hinter P zurückgebracht, so daß sie von dem Ringe sogleich weggeschoben wird und mit dem Zifferblatte nur eine augenblickliche Berührung bewirkt wird. Dieselbe ist in der That so augenblicklich, daß der Tintenpunct nie im Geringsten ausfließt, sondern immer ein deutlicher und begrenzter Punct bleibt, zu welchem man Zeit hat, den Knopf bei den kürzesten Schwingungen der Unruhe einzuschieben; und für die Minute muß man nach dem Minutenzeiger M ein Wenig vor oder ein Wenig nach der Beobachtung sehen.

Man hat auch Taschenuhren mit sogenannten gespaltenen Secundenzeigern gemacht, bei welchen die beiden Zeiger in ihrem gewöhnlichen Zustande vereinigt sind und sich wie ein einziger ausnehmen; aber, wenn man auf einen Knopf drückt, so steht der eine von ihnen still, während der andere sich fortbewegt. Die Zeit, welche der gehemmte Weiser anzeigt, ist folglich die Zeit der Beobachtung. Manchmal stellt man diese Zeiger dar, indem man sie bloß durch eine äußerst schwache Spiralfeder mit einander verbindet, die eine Abwickelung derselben um eine oder um zwei Touren gestattet, ohne dadurch den Gang der Uhr zu hemmen; und da es nicht häufig vorkommen kann, den Secundenzeiger länger als eine Minute zu hemmen, so scheint man hiermit Alles zu erreichen, was man nur nöthig hat. Es giebt indessen

noch ein anderes Mittel, durch welches diese beiden Zeiger, oder wenigstens das Rohr des einen und die Welle des andern durch ein Paar Scheiben verbunden werden, welche schräg auf die Welle und resp. auf das Rohr gesetzt werden, so daß, wenn die Feder, die sie zusammenhält, in Wirksamkeit versetzt wird, sie den lockern Zeiger empor zu demjenigen führt, welcher auf der Welle befestigt ist; und es kommt nichts darauf an, wie lange man den Zeiger hemmt, indem man die Scheiben außer Berührung mit einander bringt.

Radzähne.

Der wichtige Gegenstand der Radzähne ist nun der einzige, den wir noch zu erwähnen haben; und obschon er sich auf alle Maschinen mit Rädern bezieht, so giebt es doch keine, bei welcher er von größerer Wichtigkeit ist, als bei den Uhren, weil bei keiner einzigen die Reibung eine so wichtige Stelle einnimmt bei allen Berechnungen über ihre Wirkungen. Dabei beabsichtigen wir indessen nicht eine Abhandlung, oder selbst nur einen Artikel über alle Zweige dieses wichtigen Gegenstandes zu schreiben, sondern nur eine Kenntniß der allgemeinen Grundsätze desselben zu geben, um sie auf solche Puncte anzuwenden, welche bei der Uhrenfabrication hauptsächlich in Frage kommen. Die umfassendste mathematische Darstellung der Radzähne findet man vielleicht in einer Abhandlung des jetzigen königlichen Astronomen der **Cambridge Transactions**, welche vor vielen Jahren geschrieben und in Professor Willis's **Principles of Mechanism** weitläufiger ausgeführt worden ist. In Betreff des letzteren Werkes möchten wir indessen dem Leser den Rath geben, sich mit den dort mitgetheilten mathematischen Regeln zu begnügen, die ganz einfach sind, ohne viel diejenigen des Odontographen zu berücksichtigen, die unseres Erachtens nicht weniger, sondern mehr Mühe machen, als die mathematischen, und doch nur approximativ sind, sich

auch nicht selbst erklären, oder denen, welche von ihnen Gebrauch machen, irgend eine Kenntniß des Princips geben.

Bei allen Rädern, welche in einander eingreifen sollen, ist das Erste, was man zu thun hat, den geometrischen, oder primitiven, oder Theilkreis der beiden Räder, d. h. die beiden Kreise zu bestimmen, welche, wenn sie vollkommen zusammenlaufen, das gewünschte Geschwindigkeitsverhältniß gewähren. Man ziehe eine gerade Linie, welche die beiden Mittelpuncte mit einander verbindet; die Wirkung nun, welche Statt findet zwischen je zwei Zähnen, wenn sie sich dieser Linie nähern, heißt die Wirkung vor der Linie der Mittelpuncte, und diejenige, während sie sich trennen, die Wirkung nach der Linie der Mittelpuncte. Um nun die Reibung zu vermindern, ist es eine wesentliche Bedingung, so wenig Wirkung, als nur immer möglich vor der Linie der Mittelpuncte zu haben; denn wenn man eine rohe Skizze nach einem großen Maßstabe von ein Paar Rädern macht, welche auf einander wirken, und den Kanten der Zähne sägenartige Zähne giebt (was eine Uebertreibung der rauhen Beschaffenheit ist, welche Reibung erzeugt), so wird man finden, daß, je weiter die Berührung vor der Linie der Mittelpuncte beginnt, desto mehr wird die rauhe Beschaffenheit die Bewegung beeinträchtigen, und in einem gewissen Abstande wird keine Kraft in der Welt die Räder führen können, sondern die Zähne derselben nur fester ineinander klemmen; auch wird man finden, daß dieses nach der Linie der Mittelpuncte nicht geschehen könne. Aber mit Getrieben von so viel Zähnen, als sie gewöhnlich in den Pendeluhren angewendet werden, kann man nicht immer die Wirkung vor der Linie der Mittelpuncte beseitigen; denn es läßt sich beweisen (aber der Beweis ist zu weitläufig, um hier mitgetheilt werden zu können), daß, wenn ein Getriebe weniger als 11 Zähne hat, kein Rad von irgend einer Anzahl von Zähnen dasselbe ohne einige Wirkung vor

der Linie der Mittelpuncte zu führen vermag. Und in der Regel (wir gebrauchen hier das Wort in seinem mathematischen Sinne, wo es so viel als „durchgängig" heißt) kann man sagen, daß, je größer die Zahl der Zähne ist, desto geringer wird die Reibung sein, indem es in der That vollkommen einleuchtend ist, daß, wenn die Zähne der Zahl nach unendlich und an Größe unendlich klein sind, gar keine Reibung, sondern ein bloßes Rollen des einen Theilkreises auf dem andern Statt finden würde. Und da bei Uhren die Räder immer die Getriebe führen, mit Ausnahme des Stundengetriebes im Vorgelege und der Aufziehgetriebe bei großen Pendeluhren, so hat man es schon lange als einen wichtigen Punct erkannt, vielzähnige Getriebe zu haben, ausgenommen in den Fällen, wo irgend eine Aufzugshemmung oder sonst ein Apparat vorhanden ist, welcher dieser Nothwendigkeit überhebt.

In Bezug auf diesen Gegenstand hat nun die Uhrmacherkunst positiv Rückschritte gemacht, und die Getriebe, welche jetzt fast allgemein in englischen und französischen Pendeluhren angewendet werden, haben eine schlechtere Form, als diejenigen vor mehren Jahrhunderten, deren wir mehrmals unter dem Namen der Laternengetriebe Erwähnung gethan haben, welchen Namen sie dadurch erhalten haben, daß sie einer Laterne mit aufrechtstehenden Rippen ähnlich sind. Eine Skizze eines solchen Getriebes, mit einem Querdurchschnitt desselben in einem großen Maßstabe, ist weiter unten in Fig. 64 gegeben. Nun ist es eine Eigenthümlichkeit dieser Getriebe, daß, wenn sie geführt werden, die Wirkung gerade beginnt, wenn der Mittelpunct des Triebstockes sich auf der Linie der Mittelpuncte befindet, wie wenig übrigens der Triebstöcke auch sein mögen; und so ist denn die Wirkung eines Laternengetriebes von 6 Triebstöcken ungefähr derjenigen eines Getriebes von 10 Zähnen gleich; und in der That scheint sich das Verhältniß aus dem einen oder dem andern Grunde in der Praxis sogar noch besser zu gestalten, möglicher Weise, weil die Radzähne nicht so sorgfältig ausgeschnitten zu sein brau-

chen und weil das Getriebe nie durch Schmutz verstopft wird. Sicherlich ist der Gang der amerikanischen Pendeluhren, welche alle dergleichen Getriebe haben, auffallend sanft, auch erheischen sie ein kleineres Gewicht im Gangwerke, als die englischen Pendeluhren; und es ist einleuchtend, daß dieses nicht herrühren könne von irgend einer hohen Vollendung der Räder und Getriebe, denn diese Uhren zeichnen sich gerade durch den Mangel aller solchen Vollendung aus, welche die Unwissenheit der meisten englischen Mechaniker für ein großes Verdienst eines Uhrwerkes zu halten geneigt ist, obgleich hierzu weniger Verstand, als zu irgend einem andern Theile des Werkes gehört. Herr Dent hat vor einigen Jahren diese Getriebe in dem Gangwerke seiner Thurmuhren angewendet und neuerdings auch in einigen kleineren Uhren für den königl. Astronomen zu Greenwich und in Regulatoren mit Herrn Denison's Hemmung. Man muß indessen berücksichtigen, daß da die Wirkung auf diese Getriebe gänzlich nach der Linie der Mittelpuncte Statt findet, wenn sie geführt werden, sie dagegen ganz vor der Linie der Mittelpuncte eintritt, sobald sie ein Rad führen, und deßhalb sind sie nicht geeignet für diesen Zweck. In einigen der französischen Pendeluhren der großen Industrieausstellung waren sie nicht allein für das Räderwerk, sondern auch für die Aufziehgetriebe falsch angewendet, und bei einigen derselben waren die Triebstöcke in der Laterne nicht feststehend, sondern drehbar, was eine sehr nutzlose Verfeinerung genannt werden mußte, wodurch die Stärke des Getriebes beträchtlich vermindert wurde. Denn es ist einer der Vortheile dieser Getriebe, daß sie sehr stark sind und man keine Gefahr läuft, sie bei'm Härten zu verhärten, wie es bei gewöhnlichen Getrieben der Fall ist.

Die Grundregel für das Zeichnen der Zähne, obschon äußerst einfach, dürfte doch nicht so gut bekannt sein, als sie es sein sollte, und deßhalb theilen wir sie mit, indem wir vorausschicken, daß so viel vom Zahne, als

innerhalb des Theilkreises des Rades liegt, seine Wurzel oder Flanke heißt; und derjenige Theil jenseit des Theilkreises heißt die Spitze oder Curve oder der Zusatz; daß außerdem die Wirkung vor der Linie der Mittelpuncte immer zwischen den Flanken des führenden Rades und den Spitzen des geführten Rades oder des Läufers, wie man es nennen könnte, Statt findet; nach der Linie der Mittelpuncte äußert sich die Wirkung noch immer zwischen den Spitzen des führenden Rades und den Flanken des Läufers. Wenn deßhalb keine Wirkung vor der Linie der Mittelpuncte Statt findet, sind keine Spitzen für die Zähne des Läufers erforderlich.

In Fig. 63 sei **A Q X** der Theilkreis des Läufers und **A R Y** derjenige des führenden Rades; es sei **G A P** nun irgend eine Curve von kleinerer Krümmung, als **A Q X** (folglich ist ein Kreis immer die Art der gebrauchten Curve); und **Q P** sei die Curve, welche beschrieben worden ist von irgend einem Puncte **P** im erzeugenden Kreise **G A P**, während er im Theilkreise **A Q X** fortrollt. Ferner sei **R P** die Curve, welche vom Puncte **P** beschrieben worden ist, während der erzeugende Kreis **G A P** auf dem Theilkreise **A R Y** fortrollt: so wird **R P** die Form der Spitze eines Zahnes am führenden Rade **A R Y** sein, der mit gleichförmiger und geeigneter Bewegung die Flanke **Q P** des Läufers führen wird, obschon nicht ohne einige Reibung, weil dieses nur mit eingerollten Zähnen der Fall sein kann, die auf eine ganz andere Weise gezeichnet werden und andern Bedingungen unterliegen, wodurch sie practisch unbrauchbar für Maschinen werden, wie man in dem Werke des Prof. Willis erläutert finden wird. Wird die Bewegung umgekehrt, so daß der Läufer das führende Rad wird, so besitzt alsdann die Flanke **Q P** die geeignete Form, um die Spitze **R P** zu führen, wenn irgend eine Wirkung Statt zu finden hat vor der Linie der Mittelpuncte.

Man kann nun irgend eine erzeugende Curve oder Kreis, nicht eben nothwendig dieselbe wie vorher, anwen-

den, um die Flanken des führenden Rades A R Y zu beschreiben, indem man sie in diesem Theilkreise und auf der Außenseite des Läufers A Q X rollt.

Jetzt nun wollen wir diese Regel auf besondere Fälle anwenden. Angenommen, der erzeugende Kreis sei derselbe, wie der Theilkreis des geführten Getriebes selbst, so ist es einleuchtend, daß er gar nicht rollen kann, und der Zahn des Getriebes wird dargestellt durch den bloßen Punct P am Umfange des Theilkreises; und der Zahn, um ihn zu führen, wird einfach eine Epicycloide sein, die beschrieben wird, wenn man den Theilkreis des Getriebes auf demjenigen des Rades rollt. Und wir wissen, daß in diesem Falle keine Wirkung vor der Linie der Mittelpuncte Statt findet und auch keine Nothwendigkeit von Flanken an den Zähnen des führenden Rades. Aber da die Triebstöcke eines Laternengetriebes einige Dicke haben müssen und nicht bloße Linien sein können, macht sich ein fernerer Proceß nothwendig, um die richtige Form der Zähne zu erhalten. Wenn z. B. R P, Fig. 64, der Zahn ist, der ein Getriebe mit Triebstöcken von keiner merklichen Dicke führen soll, so muß der Zahn, welcher einen Triebstock von der Dicke 2 P p führen soll, die Breite P p oder R r ringsum abgemessen besitzen. Dieses bringt ihn in der That ziemlich nahe einem kleineren Zahne, welcher mit demselben erzeugenden Kreise beschrieben worden ist; und deßhalb hält man sich in der Praxis nicht sehr an diese Constructionsart, und die Zähne werden von derselben Gestalt, nur dünner gemacht, als ob die Triebstöcke des Getriebes keine Dicke hätten. Folglich müssen sie dünn genug sein, um einigen Spielraum zu gewähren, der Freiheit der Wirkung halber im Falle einer Behinderung; und bei Uhren kommen die hintern Seiten der Zähne niemals in einige Berührung.

Angenommen ferner, der erzeugende Kreis besitze die halbe Größe des Theilkreises des Getriebes. Die Curve oder Hypocycloide, welche beschrieben wird, indem man diesen Kreis im Getriebe rollt, ist kein anderer, als der Durchmesser des Getriebes, und folglich werden die

Flanken der Zähne des Getriebes bloß Radien desselben sein, und solche Zähne nennt man Radialzähne, und sie sind bei Weitem die gewöhnlichsten; ja es werden für Uhrwerke keine anderen jemals gemacht, mit Ausnahme der Laternengetriebe. Die entsprechenden epicycloidischen Spitzen der Zähne des führenden Rades sind mehr gekrümmt, oder ein weniger spitziger Bogen, als diejenigen für ein Laternengetriebe von derselben Größe und Zahl der Triebstöcke. Die Zähne in Fig. 65 sind von einer verschiedenen Form an den gegenüber liegenden Seiten der Linie der Mittelpuncte C A gemacht, um den Unterschied zwischen den führenden und den geführten Zähnen darzuthun, wo die Zahl der Getriebstöcke bis auf 12 gestiegen ist, so daß keine Spitzen für die Zähne nöthig sind, wenn sie geführt werden, indem bei dieser Zahl von Triebstöcken die ganze Wirkung nach der Linie der Mittelpuncte Statt findet.

Die große Westminsteruhr bietet zu Obigem eine sehr gute Erläuterung dar. In beiden Schlagwerken sind sich das große Rad des Räderwerkes und das große Aufziehrad am andern Ende der Walze ganz gleich und so auch ihre Getriebe, außer daß im Räderwerke das Rad führt und bei'm Aufziehen dagegen das Getriebe. Dasselbe ist wiederum der Fall bei dem zweiten Rade des Räderwerkes und dem zweiten Aufziehrade, und deßhalb sind im Räderwerke den Getriebzähnen die Spitzen abgeschnitten, während die Radzähne dieselben behalten, wie an der rechten Seite von Fig. 65; und bei den Aufzugsrädern ist der umgekehrte Fall eingetreten, wie an der linken Seite; und dadurch hat man in beiden Fällen erlangt, daß die Wirkung auf eine Weise Statt findet, mit welcher die geringste Reibung vorhanden ist. Prof. Willis giebt die folgende Tabelle (welche er durch wirkliche Versuche mit großen Modellen erlangt hat) mit den kleinsten Zahlen der Zähne, die zusammen ohne alle Wirkung vor der Linie der Mittelpuncte sind, vorausgesetzt, daß die Zähne des Läufers keine Spitzen haben und daß sie, wie gewöhnlich, radiale Zähne sind:

Führendes Rad.	Geführtes Rad.
54	11
30	12
24	13
20	14
17	15
15	16
14	17
13	18
12	19
11	21
10	23
9	27
8	35
7	32
6	176.

In der Praxis, handelt man kaum sicher, die geführten Zähne ohne Spitzen zu lassen, die Zahl der Zähne derselben müßte denn etwas größer sein, als wir soeben nach Prof. Willis angegeben haben; weil, wenn irgend eine Unregelmäßigkeit in denselben vorhanden ist, die viereckigen Kanten dieser Zähne nicht so sanft mit den Zähnen des führenden Rades in Bewegung treten. Manchmal ereignet es sich, daß dasselbe Rad zwei Getriebe von einer verschiedenen Zahl von Zähnen zu führen hat. Es ist einleuchtend, daß, wenn beide Laternengetriebe oder beide Getriebe mit radialen Zähnen sind, sie nicht auf eine angemessene Weise von demselben Rade geführt werden können, weil sie Zähne von einer verschiedenen Gestalt verlangen. Allerdings kann wegen der größeren Indifferenz der Laternengetriebe für die Genauigkeit der Zähne, von denen sie geführt werden, dasselbe Rad zwei Getriebe dieser Art führen, die in der Zahl der Zähne selbst in einem Verhältnisse, wie 2 zu 1 differiren und zwar mit kaum merklichen Stößen. Dieses würde jedoch nicht der Fall sein bei radialen Getrieben, und folglich ist dieses Verfahren nicht richtig. Bei Uhren mit dem Federaufzuge des Herrn Denison, wie

in Fig. 45, wo das Hemmungsrad oder das Aufzugsgetriebe doppelt so groß ist, als das Windfanggetriebe, macht man das größere mit radialen Zähnen und nimmt zum kleineren eine Laterne, wodurch dieselben Radzähne vollkommen recht für beide werden.

Bei Pendeluhren von der Construction der Fig. 46, findet ein Fall ganz verschiedener Art Statt, der nicht so behandelt werden kann; denn hier hat das große Rad das Getriebe von 10 Triebstöcken des zweiten Rades zu führen und zugleich das Stundenrad von 40 Zähnen. Die Zähne des großen Rades werden deßhalb so gemacht, daß sie sich für das Laternengetriebe von 10 Triebstöcken eignen, und diejenigen des Stundenrades (nämlich ihre Flanken) hängen dann von denen des großen Rades ab und werden demgemäß beschrieben, indem man einen erzeugenden Kreis von der Größe des Laternengetriebes auf der Innenseite vom Theilkreise des Stundenrades rollt; das Ergebniß ist ein Zahn, dicker am Boden, als gewöhnlich. Dieses sind keineswegs unnöthige Künsteleien; denn wenn die Zähne einer Räderreihe nicht gehörig gestaltet sind, so daß sie sanft und regelmäßig in einander eingreifen, so steigert sich dadurch ihre Geneigtheit zur Abnutzung in dem Verhältniß ihres Mangels an Genauigkeit, und außerdem nehmen auch die Ungleichheiten der Kraft im Räderwerke zu. Thurmuhren nutzen sich manchmal in Folge ihrer fehlerhaften Zähne in einigen Jahren ab.

Bei der Beschreibung des Schlagwerkes einer Thurmuhr, Fig. 46, verwiesen wir auf diesen Theil dieses Buches in Betreff der Regel für die Construction der Zähne, welche den Hammer heben. Die wichtigste Bedingung, welcher dieselben entsprechen müssen, ist diejenige, daß die Wirkung mit dem größten Vortheile, und deßhalb am Ende des Hebels beginnen muß, und wenn sie aufhört, muß die vordere Fläche des Hebels eine Tangente des Zahnes an seinen beiden Spitzen sein, so daß in keinem Theile der Bewegung das Ende des Hebels an dem Zahne schabt. Bei der gewöhnlichen Construction der

Uhren wird von der ersten Bedingung hinsichtlich der Schlagnägel so weit wie möglich abgewichen, indem diese Schlagnägel (welche fast alle Uhrmacher anwenden) in einiger Entfernung vom Ende des Hebels zu wirken beginnen, so daß zu der Zeit, wo die meiste Kraft zum Heben des Hammers erforderlich ist, die wenigste Kraft angewendet und ein großer Theil derselben nachher verschwendet wird.

Folgendes ist eine einfache Regel für die Construction der Zähne. In Fig. 66 sei **C A** ein Radius des Rades, und **L** in derselben geraden Linie der Mittelpunct des Hebels; **A B** sei der Raum eines Zahnes auf dem Theilkreise der Zähne; **A P** sei der Bogen des Hebels. Man ziehe eine Tangente an die beiden Kreise bei A, und eine Tangente an den Zahnkreis bei **B**; so wird alsdann ihr Schneidungspunct **T** der Mittelpunct des Kreises sein, welcher die Oberfläche des Zahnes **BP** bildet; und **T B** wird auch gleich sein **T A**; dieses ist ein zweckmäßiges Prüfungsmittel, ob die Tangenten richtig gezogen sind. Die Wirkung beginnt an der Spitze des Hebels und schreitet ein Wenig an demselben empor, nimmt aber wieder ab gegen die Spitze hin und endet mit dem Hebel als eine Tangente am Zahne bei **P**. Die Rückseiten der Zähne müssen etwas tiefer ausgeschnitten werden, als der Kreis **AP**, um Raum genug zu gewähren für das Hinabsinken des Hebels, damit derselbe nicht mit einem Mal auf den nächsten Zahn falle, sondern gegen eine feste Aufhaltung am Uhrgehäuse. Die Spitze des Hebels darf nicht ganz scharf bleiben, denn wenn dieses der Fall ist, so wird sie mit der Zeit die Spitzen der gußeisernen Zähne abnutzen.

Wir wollen noch einige Worte in Betreff des Oeles hier erwähnen. Olivenöl wird in den meisten Fällen angewendet, manchmal auf verschiedene Weise gereinigt und manchmal auch gar nicht gereinigt. Wir sind indessen der Meinung, daß das thierische Oel besser sei, als jedes vegetabilische Oel, indem einige derselben zu dünnflüssig sind, während andere bald dick und zähe wer-

den. Für Thurmuhren und gewöhnliche Hausuhren ist gutes Walrathöl fein genug und wahrscheinlich das beste. Für feinere Uhrwerke bedarf das Oel einer Reinigung. Selbst gewöhnliches Klauenfett kann außerordentlich fein und klar durch folgende Methode gemacht werden: Man vermischt es mit ungefähr derselben Quantität Wasser und schüttelt es in einer großen nicht vollständig damit gefüllten Flasche, bis es wie eine weiße Brühe aussieht. Dann stellt man es so lange hin, bis ein feines Oel an der Oberfläche zum Vorschein kommt, welches man abschöpfen kann. Es dauert mehre Monate, ehe es sich vollkommen getrennt hat in Wasser am Boden, Schmutz in der Mitte und feines Oel an der Oberfläche. Man darf diese Operation nicht bei warmer Witterung vornehmen, weil die Wärme bewirkt, daß einiges Oel als fein an der Oberfläche zum Vorschein kommt, welches bei kalter Witterung unter dem schmutzigen Oel in der Mitte bleiben würde, und bei kalter Witterung wird dann das feine Oel, welches man bei warmer Witterung gesammelt hat, wieder trübe. Verschiedene vegetabilische Oele werden im Handel als Uhrenöle verkauft, mit Einschluß einiger, für welche in der Industrieausstellung, aber nicht von einer der mechanischen Juries, eine Preismedaille gegeben worden ist. Es ist uns nicht bekannt, auf welche Weise dieselben geprüft worden sind, und nichts als wirklicher Gebrauch während einer beträchtlichen Zeit kann hier eine Entscheidung geben. Wir haben gehört, daß in einer Fabrik, wo man Walrath, statt des süßen Oeles für die kleinen Spindeln anwendete, welche beständig schlüpfrig erhalten werden müssen, 5 Proc. an Kraft erspart worden sind.

Anhang.

Dr. Mohr's in Coblenz freie Hemmung in Pendeluhren, patentirt für das Königr. Preußen im Jahre 1844 auf 6 Jahre.

Diese Hemmung ist in Fig. 67 und 68 in zwei verschiedenen Momenten abgebildet, aus denen man die ganze Bewegung während des Durchganges eines Stiftes erläutern kann.

Das Steigrad a ist ein Stiftenrad von derselben Form und Anzahl der Stifte, wie bei andern Uhren.

Der Haken b oder Anker hat zwei Palletten. so geformt, daß sie in einer Linie liegen und dadurch, wie aus Fig. 67 zu ersehen, einen geschlossenen Kreisausschnitt darstellen. In dieser Form würden allerdings die Stifte des Steigrades gar nicht passiren können, wenn ihnen nicht eine Pallette Luft machte und dem Stifte einen Weg öffnete, den er passiren könnte.

Der Haken bewegt sich um die Achse in c und ist aufwärts über das Gehäuse der Uhr d verlängert, wenn das Pendel in freier Luft schwingen soll. An seinem Ende

trägt er ein kleines Blättchen e, gegen welches das Pendel mit einem Röllchen anschlägt. In der Mitte der senkrechten Verlängerung des Hakens ist eine horizontale Stange f angebracht, welche ein verschiebbares Gewichtchen trägt. Dieses Gewicht bewirkt, daß der Haken beständig nach der Seite der Stange f umzufallen strebt, welcher Bewegung jedoch durch die stellbare Schraube g eine Grenze gesetzt ist.

Der Haken selbst hat eine feste Pallette bei b und eine bewegliche h, welche durch die kleine Feder i, die unter einen seitlichen Stift greift, aufgehoben wird, sobald sie nicht heruntergedrückt gehalten wird.

Nach dieser Darstellung wird es leicht, den Vorgang bei dem Durchgange eines Stiftes in allen seinen Momenten zu verfolgen.

Fig. 67 stellt einen Haken im Zustande der Ruhe dar. Die senkrechte Stange des Hakens liegt an der Schraube g, und es kann also das Gewicht auf f nicht weiter sinken. Das Steigrad a drückt mit der ihm inwohnenden Kraft mittelst eines Stiftes die bewegliche Pallette h auf die feste b; das Pendel hängt senkrecht über der Uhr und berührt diese im Zustande der Ruhe nirgendwo.

Wird nun dem Pendel der erste Anstoß gegeben (Fig. 68), so daß es mit seiner kleinen Frictionsrolle an die mit dem Haken festverbundene Stange anschlägt, so schiebt es diese Stange hinweg, und vermöge der Beweglichkeit um den festen Punct c wird der Haken in der entgegengesetzten Richtung bewegt. Der Stift, der eben noch auf der beweglichen Pallette h ruhte, wird auf die feste Pallette b geschoben, und da dieser Kreis, auf dem der Stift gleitet, aus dem Drehpuncte c gezogen ist, so bleiben die Zeiger vollkommen ruhig. Sobald der Stift die bewegliche Pallette h verlassen hat, hebt sich diese, vermöge der kleinen Feder i, in die Höhe. Daß sie sich nicht zu hoch hebe, wird sie ebenfalls durch einen Stift oder sonstwie begrenzt.

Wenn nun das Pendel zurückfällt, so folgt ihm der ganze Hakenapparat, vermöge der seitlichen Belastung auf f, ebenfalls nach; dadurch gelangt der Stift auf die schiefe Ebene der festen Pallette und ertheilt dieser, indem er sie seitwärts drückt, einen Schlag, der sich durch die senkrechte Stange an das Pendel fortpflanzt und diesem den nöthigen Ersatz an Kraft ertheilt. Sobald der Stift die schiefe Ebene verlassen hat, drückt das Steigrad, vermittelst des nächsten Stiftes, die bereits wieder in den Stiftenkranz hineingefahrene, bewegliche Pallette herunter auf die feste und es wird dadurch das Werk in Ruhe gehalten. Der Hakenapparat würde aber unter dem Stifte noch weiter gleiten, wenn er nicht durch die stellbare Schraube g arretirt würde; diese setzt seiner Bewegung eine Grenze, und das Pendel schwingt allein fort, bis es nach einem vollkommenen Hin- und Hergange wieder bei e anschlägt, dort auslöst und von Neuem einen Schlag empfängt. Die jedesmal ertheilte Kraft muß hinreichend sein, um den Luftwiderstand, die Beugung der Aufhängungsfeder und die Reibung der nächstfolgenden Auslösung zu bestreiten.

Bei der Ingangsetzung ist noch zu bemerken, daß der Stift im Zustande der Ruhe auf der äußersten Spitze der beweglichen Pallette h ruhe, welche ganz leicht durch die Schraube g regulirt wird, weil sonst ein größerer Theil der Kraft durch gleitende Reibung verzehrt würde, ehe die Auslösung und dadurch der sichere Fortgang der Uhr garantirt wäre.

Die Vorzüge dieser Hemmung, die sich bei der practischen Ausführung bestätigt haben, sind folgende:

1) die Construction ist höchst einfach und leicht auszuführen;

2) der richtige Gang der Uhr ist ganz unabhängig von der Güte des Werkes, von der Schönheit der Triebe, der Richtigkeit der Theilung der Räder und ähnlichen Vorzügen guter und theurer Uhren. Die Auslösung kann nur am Ende zweier Schwingungen geschehen, und zwar entweder zur richtigen Zeit oder gar nicht. Denn wenn

durch irgend ein hinzugetretenes Hinderniß der Bewegung des Pendels ein Widerstand erwüchse, so kann es denselben nicht auf Kosten der Zeitmessung durch das ihm inwohnende Bewegungsmoment überwinden, sondern da die Auslösung jedesmal kurz vor der völligen Erschöpfung des Bewegungsmomentes geschieht, würde es vor der Auslösung umkehren und die Uhr zum Stillstehen kommen. Diesen Punct, daß nämlich die Auslösung im Aufsteigen des Pendels und im letzten Augenblicke der Bewegung geschehe, und nicht, wie bei allen ruhenden Hemmungen, in der Mitte der Schwingungen, wo die Bewegung am Größten ist, hält Dr. Mohr für sehr wichtig. Außerdem ist die Umkehr des Pendels der günstige Augenblick, ihm den neuen Anstoß zu geben, daß es nicht durch eigene Bewegung sich dem Bewegungsmechanismus entzieht, sondern den ganzen Druck aushalten muß.

Sobald die Uhr geht, so geht sie sicher richtig, und es ist besser, daß sie stille stehe, als daß sie unbewußt einen fehlerhaften Gang angenommen habe. Die vollkommene Unabhängigkeit von der Güte der Arbeit spricht zu Gunsten der Construction; die schlechteste Schwarzwälder Uhr, mit dieser Hemmung versehen, geht so gut, wie der vollkommenste Regulator. Die Erfahrung hat hierüber entschieden;

3) die Uhr hat einen vollkommen gleichen Absfall; bei allen zweihakigen Uhren wird die Gleichheit des Abfalls durch das Gehör regulirt; dieses findet hier nicht Statt, da je zwei Pendelschwingungen zusammengenommen zwei andern gleich sein müssen. Damit ist denn auch verbunden, daß die Uhr bei schiefer Stellung gleich abfällt, wie Dr. Mohr dies bei Steigungen bis zu 10° bewährt gefunden hat. Jede Schwierigkeit der geraden Aufstellung fällt also von Vorn herein weg;

4) man kann beliebig große Schwingungen ausführen lassen, indem man das in einer Ruth verschiebbare Pendel vom Bewegungsmechanismus entfernt oder es demselben nähert. Bei größern Schwingungen würde zuletzt ein Punct eintreten, wo die bewegende Kraft des Gewich-

tes dem Mehraufwand an Kraft für Luftwiderstand und Federbeugung nicht mehr gewachsen wäre. Man müßte alsdann das Gewicht vermehren, oder die Excursion beschränken. Dr. Mohr kann bei seiner Uhr jeden Augenblick durch einen Fingerdruck den Schwingungsbogen von $\frac{1}{2}$ — 6 Zoll Länge verändern, ohne daß im Gange eine andere Veränderung eintrete, als die mit der größern Elevation nothwendig verbundene Retardirung. Gewöhnlich läßt er 3 Zoll weit schwingen.

An der freien Schwingung des Stiftes über die Ruhe der festen Pallette sieht man genau, ob die Uhr einen Ueberschuß an Kraft hat, oder nicht, oder ob Gefahr ist, daß sie bei der kleinsten Reibungszunahme zum Stillstehen komme;

5) die Vorzüge großer Schwingungen sind beibehalten, ihre Nachtheile, mit Ausnahme des wechselnden Luftwiderstandes, eliminirt.

Die Ungleichheit der Zeitmessung bei großen Schwingungen und bei möglichen Veränderungen der Elevation ist ganz vermieden, da eine ungleiche Elevation nicht eintreten kann. Die Bewegung des Stiftes auf der festen Pallette hat kaum $\frac{1}{2}$ Linie Toleranz. Wenn demnach das Pendel $\frac{1}{2}$ Linie kürzer schwingt, so löst es gar nicht mehr aus, und die Uhr steht still. Bei starkem Gewichte kann es aber auch nicht viel weiter schwingen, weil alsdann die Reibung der Pallette am Stifte die Bewegung beschränkt. Demnach haben alle Schwingungsbögen gleiche Größe, und es würde bei vollkommener Wärmecompensation ein absolut richtiger Gang der Uhr eintreten können. Auf diese Weise ist die große Schwierigkeit, mit welcher Prof. Stampfer so ruhmvoll gerungen, und die er dennoch nicht ganz besiegen konnte, vollkommen beseitigt. Hierdurch werden zugleich die sehr schweren Pendel mit den kleinen Schwingungen durch leichtere Pendel in größeren, aber gleichbleibenden Schwingungsbögen ersetzt. Bei dieser Gelegenheit ist es passend, daß die Vorzüge der Aufhängung des Pendels über der Uhr hervorgehoben werden.

Da nämlich jede Uhr mit einem gewissen Uebergewichte gehen muß und demnach die Bewegung des Stiftes auf der Ruhe ein gewisses Spiel hat, innerhalb dessen die Uhr gehen kann, so findet dieses Spiel oder die Toleranz des Ausschlages bei der Uhr des Dr. Mohr ebenfalls Statt. Wenn nämlich der Stift des Steigrades $\frac{1}{2}$ Linie auf den Haken gleitet, so wird, im Fall der Haken und seine senkrechte Stange gleich lang sind, die Bewegung des Pendels um $\frac{1}{2}$ Linie weiter oder enger sein können, ohne daß die Uhr aufhört zu gehen; wenn hingegen der Haken oder das Pendel mit einer Gabel eingreift, wie bei gewöhnlichen Uhren, so ist die Verschiedenheit der Pendelschwingungen so viel Mal größer, als die bei Dr. Mohr's Uhr, um wie viel Mal die Länge des Hakens in der Länge des Pendels enthalten ist. Gesetzt nun, der Haken sei $1\frac{1}{2}$ Zoll lang, das Pendel 38 Zoll, so ist die mögliche Differenz der Bewegung 25mal so groß, als bei der Aufhängungsart des Dr. Mohr. Da nun die Toleranz auf beiden Seiten des Hakens Statt findet, so wird sie, zu $\frac{1}{2}$ Linie angenommen, im ganzen Schwingungsbogen 1 Linie Differenz betragen, dagegen nach der alten Aufhängungsmethode möglicherweise 2 Zoll 1 Linie, und daß solche Differenzen in der That sich ereignen, zeigt die Lemberger Uhr, an welcher die Schwingungen vom 23. Decbr. bis zum folgenden 9. Januar von $8\frac{1}{4}$ bis auf 4° herabgekommen waren. Selbst durch die Anwendung cycloidischer Schwingungsbacken konnte der Fehler nicht ganz gehoben werden. Eine solche Störung kann bei der vorliegenden Construction gar nicht vorkommen, und es zeigt sich ebenso stark der Nutzen der freien Hemmung, als des Anstoßes des Pendels an seinem untersten Ende. Es steht übrigens kein mechanisches Hinderniß entgegen, die vorliegende freie Hemmung auch oben an dem Pendel anzubringen;

6) diese Hemmung geht mit dem geringsten Gewichte und der kleinsten Reibung im Werke. Da während zwei Schwingnngen des Pendels in der Uhr gar keine Bewegung Statt findet, so wird auch keine Kraft

consumirt. Die Auslösung geschieht nach je zwei Schwingungen in einer unendlich kurzen Zeit, während auch die Zeiger und Räder fortrücken; darauf findet aber bis zur nächsten Wiederkehr des Pendels keine Bewegung Statt. Während mit dem gewöhnlichen Gange das 8pfündige Pendel kaum ¾zöllige Schwingungsbögen zurücklegte, konnte Dr. Mohr bei der neuen Einrichtung das 33pfündige Pendel in 3 Zoll große Schwingungen versetzen. Man ersieht daraus, daß bei Weitem der größte Theil der erhaltenen Kraft auf die Ueberwindung der Reibung des Steigrades gegen den Anker verbraucht wird;

7) endlich ist noch zu bemerken, daß man Regulatoren mit ganzen springenden Secunden mit dem Halbsecundenpendel, welches bekanntlich etwas über 9 Zoll lang ist, erhält. Da je zwei Schläge des Pendels einmal auslösen, so erhält man nothwendig 2 Schwingungen des Halbsecundenpendels, 1 Secunde als Intervall, und zwar die einzelnen Secunden einander vollkommen gleich, da ein ungleicher Abfall unmöglich ist.

Ein Regulator mit stehenden ganzen Secunden, an dem man das Zuggewicht an derselben Stange, die das Pendel trägt, aufhängen kann, wird, mit einer Glasglocke bedeckt, kaum die Höhe von 1½ Fuß erreichen und alle Vorzüge eines Secundenpendels haben.

Ueber die Beobachtungsmittel des Ganges der Uhren, in'sbesondere das Passage-Prisma. *)

Für alle Uhrmacher, welchen daran gelegen, den Uhren einen gleichförmigen und regelmäßigen Gang zu verschaffen, ist ein Mittel unentbehrlich, wodurch sie von Zeit zu Zeit die Abweichungen der Uhren bestimmen können. Gewöhnlich bedienen sie sich hierzu einer Uhr mit

*) Bayrisches Kunst- und Gewerbeblatt. Januar 1846, S. 3.

Compensationspendel, deren Gang als gleichförmig angenommen wird. Indessen weiß man durch die Erfahrung der Astronomen, daß keine Uhr einen fehlerfreien Gang besitzt, und daß man, um die strenge Gleichförmigkeit des Ganges kennen zu lernen, genöthigt ist, die Wiederkehr der Gestirne zur selben Lage gegen eine bestimmte Gesichtslinie zu beobachten.

Dies geschieht nun in der Regel an einem Fernrohr, welches senkrecht auf seine Absehlinie mit einer Drehungsachse verbunden ist. Die Zapfen dieser Achse werden in fester Lage horizontal von Ost nach West gelegt und nun die Angabe der zu prüfenden Uhr für den Augenblick notirt, in welchem ein Gestirn durch die Gesichtslinie des Fernrohrs geht. War dieses Gestirn die Sonne, so verstreicht bis zur nächtlichen Wiederkehr derselben zur Gesichtslinie des Fernrohrs ein wahrer Sonnentag, dessen Dauer nach mittlerer, gleichförmiger Zeit verschieden ist in verschiedenen Jahreszeiten, wie durch die astronomischen Jahrbücher angegeben wird. War das Gestirn ein Fixstern, so verfließt bis zur Wiederkehr ein Sternentag, d. h. 24 Stunden mittlerer Zeit, weniger 3' 56''. Allein abgesehen davon, daß dieser Apparat (das Passageinstrument genannt) in der Anschaffung kostspielig ist, und daß es den Uhrmachern gewöhnlich an einem geeigneten Locale fehlt, um das Instrument aufzustellen, da es im Freien ungeändert stehen bleiben soll, so ist auch seine Handhabung nicht ohne Schwierigkeit. Denn bei Nacht muß das Gesichtsfeld erleuchtet werden, um den Passagefaden im Fernrohr zu erkennen, und es sind eigene Apparate und Methoden erforderlich, um die Achse des Instrumentes horizontal und die Absehlinie senkrecht darauf zu machen; und unterläßt man diese Untersuchungen, sowie die der Unveränderlichkeit der Aufstellung von Ost nach West, so sind die Angaben nicht mehr genau. Das Passageinstrument ist also wohl vortrefflich geeignet für den Astronomen, der seine Behandlung gründlich kennen lernt, und zur Aufstellung eine Sternwarte hat, aber zu complicirt für den Uhrmacher, dem solche Hülfsmittel fehlen.

Nun kennt man wohl noch viele andere einfachere Methoden, den Gang der Uhren mit dem Gange der Gestirne zu vergleichen; aber jede bietet wieder eigene Beschränkungen. So ist eine genaue Sonnenuhr wohl sehr einfach, aber nicht genau genug, um auch noch kleinere Zeittheile als eine Zeitsecunde mit Sicherheit zu erkennen. So hat Olbers, der berühmte Astronom von Bremen, ein sehr sinnreiches Mittel angegeben. Prof. Steinheil hat dieses näher beschrieben. Man sucht, womöglich gegen Süden (oder Nord), ein entferntes hohes Gebäude, was sich gegen den Himmel projicirt. An der verticalen Ostseite desselben verschwinden nun plötzlich die Sterne des Nachts, sobald sie hinter das Gebäude rücken. Ebenso erscheinen sie plötzlich wieder an der Westkante, nachdem sie hinter dem Gebäude fortgerückt sind. Hat nun Tags darauf der Beobachter wieder denselben Standpunct, so verschwinden und erscheinen dieselben Fixsterne wieder genau zur selben Sternzeit oder 3′ 56″ nach mittlerer Zeit früher, was, verglichen mit der dazwischen verflossenen Uhrzeit, deren Gang kennen lehrt. Um nun dem Auge des Beobachters immer wieder dieselbe Lage zu geben, wie wir es vorausgesetzt haben, kann man auf die Fensterscheibe ein geschwärztes Papier, mit einer kleinen, runden Oeffnung in der Mitte, aufkleben und das Verschwinden der Sterne durch die Oeffnung beobachten. Oder man kann, wie Olbers es angiebt, sich eines Fernrohres bedienen, um kleinere Sterne zu erkennen und den Moment des Verschwindens genauer zu sehen. Dabei hat man das Fernrohr nur jedesmal an demselben Stützpuncte anzulegen, etwa an den Fensterstock, und da man mehre Sterne hinter einander im Momente ihres Verschwindens oder ihres Erscheinens beobachten kann, so wird das Mittel aus den beobachteten Momenten sehr genau. Diese Methode ließe nichts zu wünschen übrig, wenn man überall geeignete, entfernte Objecte hätte. Allein sehr oft finden sie sich nicht, und daher ist auch die Anwendung der Methode beschränkt.

In neuester Zeit hat auch Herr Bloxam ein sehr sinnreiches Instrumentchen erfunden, um den Durchgang der Sterne zu beobachten und daraus den Gang der Uhren zu prüfen. Er nennt es Dipleidoskop, hat darauf ein Patent genommen, welches in das Eigenthum des Herrn Dent übergegangen ist, der jetzt allein diese Instrumente fertigt. Das Dipleidoskop bewirkt, daß man zwei Bilder der Sonne oder des zu beobachtenden Gestirnes gleichzeitig sieht. Eines dieser Bilder ist einmal, das andere zweimal reflectirt. Dadurch haben sie entgegengesetzte Bewegung, so daß sie durcheinander hindurchgehen. In diesem Momente wird die Angabe der Uhr notirt. Dieses Instrument besteht aus zwei Planspiegeln und einem Planglase. Die Planspiegel sind mit den Spiegelseiten gegen einander gekehrt und bilden einen Winkel von 60°. Sieht man parallel mit der Ebene des ersten Spiegels in den zweiten, so erkennt man darin die Bilder der Gegenstände, die sich in der Verlängerung der zweiten Spiegelebene befinden. Diese Bilder sind die doppelt reflectirten. Vor diese Spiegel ist ein Planglas so gelegt, daß es mit den zwei Spiegeln ein gleichseitiges Prisma bildet. Auf diesem Planglase entstehen jetzt die einmal reflectirten Bilder derselben Gegenstände. Bleibt nun der Apparat fest stehen, und bewegen sich die Objecte, also die Sterne, senkrecht gegen die zweite Spiegelebene, so sieht man, wie schon erwähnt, ihre Bilder sich begegnen und durch einander gehen.

Soll aber das Dipleidoskop als Passageinstrument dienen, also das Zusammentreffen der Bilder im Meridiane zeigen, so muß die Ebene des zweiten Spiegels, in welchen man sieht, in den Meridian gelegt werden. Um ihn erst senkrecht zu stellen, kann man sich eines Bleilothes bedienen. Dieß wird in der Verlängerung der zweiten Spiegelfläche aufgehängt. Nun sieht man, wie schon oben beschrieben, zwei Bilder dieses Fadens; aber sie sind erst dann parallel, wenn der zweite Spiegel senkrecht steht. Seine Stellung wird also corrigirt, bis dieß erreicht ist. Kennt man jetzt die Zeit, in welcher die

Sonne in den Meridian kömmt, so dreht man das Instrument in der Ebene des Horizontes so lange, bis sich die beiden Bilder der Sonne in diesem Augenblicke decken. Bis jetzt haben wir noch nicht angegeben, welche Neigung die Kante haben soll, welche die beiden Spiegel miteinander bilden. Davon hängt eigentlich ab, welchen Theil des Meridians man übersehen will. Wollte man z. B. die Sterne im Scheitelpuncte bequem sehen, so müßte die Spiegelkante horizontal stehen. Bei dieser Stellung übersieht man aber auch noch nördlichere und südlichere Sterne, je nachdem man mit dem Auge (immer parallel mit dem ersten Spiegel) tiefer oder höher geht. Darum hat Dent an dem Dipleidoskop eine Vorrichtung angebracht, durch welche man das ganze Prisma in der zweiten Spiegelebene drehen kann und damit die Spiegelkante beliebig neigt, also jeden Theil des Meridians bequem sichtbar macht.

Aus dieser Beschreibung des Dipleidoskops ergiebt sich nun, daß das Princip, worauf es beruht, Bilder, welche sich conträr bewegen, in ihrem Durchgange durch einander als Passageinstrument zu benutzen, eine neue und sinnreiche Anwendung sei, und um so mehr erwarten lasse, als dabei die Dimensionen des Instruments klein sein können, das Ganze daher sehr transportabel bleibt.

Dennoch scheint das Instrumentchen nicht allen Bedingungen zu entsprechen, die man an eine auf so einfachem Princip beruhende Vorrichtung stellen kann, und auch in der Anwendung nicht so bequem zu sein, daß Jeder, auch der des Beobachtens Unkundige, es zur Regulirung des Ganges seiner Uhr benutzen könnte.

Was dem Prof. Steinheil an dem Dipleidoskop noch mangelhaft erscheint, ist Folgendes:

Dent bringt die conträre Bewegung der Bilder dadurch hervor, daß er das eine zweimal, das andere einmal reflectirt. Das ist aber offenbar auch einfacher zu erlangen, denn man bekommt ganz dasselbe, wenn man ein Bild nur einmal reflectirt, das andere dagegen direct

betrachtet, also gar nicht reflectirt. In Folge dieser unnöthigen Complication in der Auffassung des Grundgedankens ist auch der Apparat complicirter, als nöthig. Dent benutzt zwei Planspiegel und ein Parallelglas. Sind diese Gläser nicht vollkommen parallel geschliffen, die Kante der Spiegel nicht genau parallel zum Planglase, so entstehen Fehler, die den Apparat unbrauchbar machen würden. Ueberdieß bedarf das Dipleidoskop einer Drehung, die genau in der einen Spiegelebene vor sich gehen muß, sollen nicht dadurch wieder Fehlerquellen sich ergeben.

Ein weiterer Uebelstand ist, daß das einmal reflectirte Bild auf dem Planglase immer weit schwächer erscheint, als das von den belegten Spiegeln doppelt reflectirte. Dadurch können Sterne, die nicht sehr hell sind, schwer daran beobachtet werden. Was endlich den Gebrauch des Instrumentes betrifft, so ist es offenbar ein Mangel, daß man nicht direct nach dem zu beobachtenden Gegenstande sieht, sondern mit dem Auge erst die Ebene aufsuchen muß, in der die Bilder zusammentreffen, dann den Kopf in dieser Ebene zu bewegen hat, bis die Bilder erscheinen.

Dieses macht natürlich das Auffinden schwierig und ist für Nichtgeübte, wenigstens Anfangs, gewiß ein großes Hinderniß.

Prof. Steinheil zeigt nun, daß man auf das Princip conträrer Bewegung der Bilder ein Instrumentchen gründen kann, was frei ist von allen eben erwähnten Mängeln des Dipleidoskops. Dieses Instrument, welches er Passageprisma nennt, besteht, wie schon der Name sagt, in einem kleinen Glasprisma, das mit einer Schraube versehen ist, um an den Fensterrahmen festgeschraubt zu werden. Man sieht durch eine kleine, runde Oeffnung in einer Blechscheibe vor dem Prisma direct nach dem Gestirne, was beobachtet werden soll. Um aber den Apparat deutlich zu machen, muß er näher beschrieben werden.

Für solche Leser, welche sich nicht mit Optik schon beschäftigt haben, setzen wir die Fig. 69 bei, um ihnen zu zeigen, wie der Lichtstrahl bei dem Passageprisma durch letzteres gebrochen und reflectirt in das Auge des Beobachters gelangt. Die Figur stellt einen auf die Achse des Glasprisma senkrechten Durchschnitt vor. Das Prisma soll zwei gleiche Winkel haben; der dritte Winkel mag etwa zu 90° angenommen werden. Wir nennen nun die Hypotenusefläche des Prismas die Reflexionsfläche, die Kathetenflächen die Brechungsflächen. Denn denken wir uns, daß ein Lichtstrahl parallel mit der Reflexionsfläche von a herkomme, in b das Prisma treffe, so wird er hier von seiner Richtung gegen c abgelenkt. In c trifft er die Reflexionsfläche inwendig im Glase und wird, weil diese Fläche polirt ist, größtentheils reflectirt, und zwar unter demselben Winkel mit der Reflexionsfläche gegen d. Hier aber tritt er wieder aus dem Glase heraus in die Luft und erleidet daher abermals eine Ablenkung von seiner Richtung. Diese ist aber der bei'm Eintritte aus Luft in Glas conträr. Er wird daher jetzt gegen e hin gebrochen, so daß d e parallel wird a b, oder daß der Strahl in derselben Richtung aus dem Prisma heraustritt, in welcher er gegen das Prisma kam, — eine Richtung, die wir als parallel mit der Reflexionsfläche des Prismas vorausgesetzt haben. Kommt nun dieser Strahl von einem sehr entfernten Gegenstande, etwa einem Sterne, so treffen auch andere mit ihm parallele Strahlen, z. B. a' d', über das Prisma hinweg. Wir denken uns jetzt das Auge des Beobachters, sowie es Fig. 69 zeigt, gegen das Prisma gerichtet, so ist klar, daß es sowohl den Lichtstrahl a e empfängt, der durch das Prisma ging, wie auch denjenigen a' d', der direct vom Gegenstande über das Prisma hinweggeht. Das Auge sieht daher den Stern oder Punct, der in der Verlängerung der Reflexionsebene liegt, direct und durch das Prisma zugleich, aber doch nur als Ein Bild, weil beide Arten von Lichtstrahlen unter sich wieder parallel in das Auge gelangen.

Denken wir uns aber nun, daß der Stern nicht in der verlängerten Reflexionslinie liege, sondern über ihr. Es komme der direct gesehene Strahl in der Richtung a' d', Fig. 70, der damit parallele treffe das Prisma in b, sei gebrochen nach c, hier reflectirt nach d, bei'm Austritt aber gebrochen von d nach e. Steht jetzt das Auge wieder, wie vorhin, gegen das Prisma, so sieht es zwei Bilder des Sternes, eines nämlich direct in der Richtung e a, das andere durch das Prisma in der Richtung d' e' oder unter der Reflexionsebene. Je weiter folglich der direct gesehene Stern über der Reflexionsebene steht, desto tiefer unter derselben zeigt ihn das Prisma. Bleibt daher das Prisma stehen, und es bewegt sich der Stern von Oben nach Unten gegen die Reflexionsebene, so sieht das Auge zwei Bilder des Sternes, die gegen einander rücken und sich dann begegnen oder zusammentreffen, wenn der Stern durch die Verlängerung der Reflexionsebene geht.

Sollen die beiden gleichzeitig gesehenen Bilder des Sternes auch gleich in Helligkeit sein, so muß das Auge eben so viel Licht direct empfangen, als durch das Prisma, d. h., die Reflexionsebene des Prismas muß nahezu die Pupille des Auges halbiren. Um diese Lage des Auges leicht finden zu können, hat man daher nur vor das Prisma eine Blendung mit Einsicht anzubringen, wo also die Reflexionsebene die Einsichtsöffnung halbirt. An dieser Blendung kann auch gleich ein Sonnenglas angebracht sein, was die Beobachtung der Sonne möglich macht. Damit man endlich dem Prisma eine feste, unveränderliche Lage gegen den Himmel geben könne, wollen wir es auf eine Messingplatte mit zwei Schrauben festschrauben und der Messingplatte eine Holzschraube geben, die zur Befestigung des Ganzen dient. Dieses ist das Passageprisma.

Fig. 71 zeigt in a' das Glasprisma, was mit zwei Schrauben a durch die Lamelle b auf das Messingstück c gehalten ist. An dem Stücke c befindet sich die Holz-

schraube d, und es ist zugleich die Blendung e in g ange-schraubt. Die Blendung e endlich trägt das Sonnenglas f.

Wir haben jetzt nur noch zu zeigen, wie dieser kleine Apparat aufgestellt werden soll, um die zur Regulirung der Uhren geeigneten Beobachtungen damit anzustellen.

Da die conträr gehenden Bilder sich immer in der Verlängerung der Reflexionsebene begegnen, so ist klar, daß man dieser Ebene eine solche Lage geben müsse, daß sie, in's Unendliche verlängert, die Himmelskugel in demjenigen größten Kreise schneiden würde, in welchem man beobachten will. Zur Regulirung der Uhren ist der geeignetste größte Kreis der Meridian. Man muß also die Reflexionsebene des Prisma's parallel machen zur Ebene des Meridians, und dieß kann hier ebenso bewirkt werden, wie wir es schon für das Dipleidoskop angegeben haben. Verlangt man jedoch keine Kenntniß der wirklichen Zeit, sondern nur den Gang der Uhren zu wissen, so ist es ganz ausreichend, das Instrumentchen nur ungefähr so aufzustellen, daß man über die Reflexionsebene hin nach Süden sehe, daß diese Ebene ungefähr (nach dem Augenmaße) senkrecht stehe, die Kante des Prisma's aber etwa 45° gegen die Senkrechte geneigt sei. Da die Sterne von Osten herkommen, so wird man wohl thun, den Prismenkörper in die westliche Halbkugel des Himmels zu legen. Aber auch in jeder andern würden die Sterne eine brauchbare, nur nicht ebenso sichere Bestimmung geben. Daß man in andern Lagen, als im Meridian sich übrigens auf die Beobachtung von Fixsternen beschränken und nicht etwa auch Planeten, ohne Rücksicht auf ihre eigene Bewegung, wählen dürfe, versteht sich von selbst.

Das Passageprisma braucht nicht, wie das Dipleidoskop, in der Reflexionsebene gedreht zu werden, denn man sieht nicht nur senkrecht auf die Prismenkante, welche dem Auge zugekehrt ist, hindurch, sondern auch unter Neigung nach beiden Seiten bis zu 70°. Stellt man also die Prismenkante so, daß man senkrecht darauf nach

dem Aequator steht (die Verlängerung der Kante geht also nach den Weltpolen), so lassen sich Sterne bis zum Horizonte herab und bis über den Scheitelpunct hinauf, ohne Verstellung des Instrumentes, beobachten. Vorzüglich hierdurch ist der Apparat so sehr einfach in seiner Construction geworden. Die Bequemlichkeit seiner Handhabung, verbunden mit der Genauigkeit, die er zuläßt (man kann circa auf $\frac{3}{4}$ Secunden den Moment des Zusammentreffens der Sonnenbilder erkennen), giebt Hoffnung, daß dieser kleine Apparat vielseitig Anwendung finden werde.

Er dürfte sogar geeignet sein zu astronomischen Bestimmungen. Man kann durch ihn die absolute Zeit bis auf Theile einer Zeitsecunde genau bestimmen, durch Beobachtung der Mondsterne die geographische Länge auf circa $\frac{1}{2}$ Stunde Weges finden und durch Beobachtung im ersten Vertical nach Bessel's Methode die geographische Breite auf $\frac{1}{4}$ Wegstunde erkennen, so daß das Passageprisma, was keinen Cubikzoll Raum einnimmt, und eine Taschenuhr den Reisenden in den Stand setzen, ganz nützliche Ortsbestimmungen zu machen. Doch gehören zu solchen Anwendungen des Instrumentes Untersuchungen über die Fehlerquellen und ihre Bestimmung oder Elimination, auch einige Abänderungen des Apparates, was Professor Steinheil ausführlich in Schumacher's astronomischen Nachrichten und in den Münchener Gelehrten Anzeigen baldigst anzugeben beabsichtigt.

Hier mag es genügen, gezeigt zu haben, daß sich das Passageprisma in vielen Fällen besser, als die oben angeführten Instrumente und Methoden, zur Regulirung des Ganges der Uhren eigne, insofern, als es an jedem Fenster, was die Aussicht nach einem Theile des Himmels gestattet, aufgestellt werden kann, auch für Ungeübte damit leicht zu beobachten ist, und es nur geringe Anschaffungskosten verursacht.

Sinnreicher Apparat zur Controle der Wächter.

Dem Uhrmacher, Herrn Collie zu Paris, verdanken wir eine verbesserte Uhr zur Controle der Wächter. Sie besteht im Wesentlichen:

1) aus einer Pendeluhr mit Kreishemmung, die von einem runden oder viereckigen Gehäuse umschlossen ist;

2) aus einer über dem Gangwerke angebrachten Platte, welche sich mittelst dieses Gangwerks umdreht, ohne jedoch durch eine Stange damit verbunden zu sein, indem die Bewegungsübertragung nur durch eine Spiralfeder bewirkt wird. Durch diese neue und sinnreiche Einrichtung erlangt man eine sehr erwünschte Wirkung, sobald es sich um die Ausführung irgend einer Controle handelt: Befestigt man die Platte so, daß sie sich nicht drehen kann, so wird die Bewegung des Uhrwerks dadurch nicht aufgehalten, aber sie spannt die Spiralfeder und sobald die Platte wieder frei wird, führt sie die Feder um einen Winkel rückwärts, welcher gleich demjenigen ist, den sie durchlaufen hätte, wenn sie in die Bewegung hereingezogen worden wäre. Auf dieser Platte befestigt man ein Zifferblatt, welches seinen Umlauf in 24 Stunden vollendet, und in dem Augenblicke, wo man es dem Wächter übergiebt, bringt man die auf dem Zifferblatte abgelesene wirkliche Zeit mit einem auf der Platte befestigten Zeiger in Uebereinstimmung; man verschließt das Gehäuse, dessen Deckel mit einer Spalte versehen ist, durch die man die Stunde lesen kann. An jedem Orte, wo der Wächter seine Gegenwart zu einer bestimmten Zeit bezeichnen soll, befindet sich ein Futteral, in welches der Wächter das Gehäuse steckt; auf dem Futterale hat man einen Stab mit einem Knopfe angebracht, an dessen unterm Ende ein geschwärzter Stempel befindlich ist, der in die Spalte des Gehäuses tritt; der Wächter führt einen leichten Schlag auf den Knopf, damit der Stempel

sein Zeichen auf dem Zifferblatte abdrückt, welches mit der beweglichen Platte verbunden ist. Die Zeichen der Stempel sind für die verschiedenen Orte des Durchgangs und der Controle verschieden, und überdieß muß die Entfernung des Stempels vom Mittelpuncte der Coulisse variiren, so daß die Marken sich nicht auf einem und demselben concentrischen Kreise befinden, sondern sich immermehr dem Mittelpuncte nähern.

Wenn nun am Morgen der Wächter seinen Apparat dem dienstthuenden Beamten zurückgiebt, so öffnet dieser das Gehäuse und untersucht die Stellung der Zeichen, ihr Zusammenfallen mit den verschiedenen vorgeschriebenen Stunden, und erfährt dadurch, ob der Wächter seine Pflicht gethan hat oder nicht. Wenn der Wächter, um zu fälschen, das Zifferblatt und die Platte mit der Hand an jedem Orte vorschieben wollte, so daß sich alle Zeichen an der gewünschten Stelle befänden, und wenn er nach Bewerkstelligung dieser betrügerischen Operation die Bewegung des Zifferblattes aufhalten wollte, um den letzten Stempel anzubringen, so würde sein Betrug sofort an den Tag kommen, weil die Spiralfeder bei ihrem Abwickeln wieder die Stellung erlangt, welche sie vor dem Abdrucke der Marken hatte. Dieser sinnreiche Apparat wurde schon in mehren Anstalten mit dem besten Erfolge eingeführt.

(Cosmos, Revue encyclopédique, Févr. 1855, pag. 117.)

J. L. Nieberg's patentirte Pendeluhr mit freier Hemmung und constanter Kraft.

Es war schon immer das Streben aller großen Uhrenkünstler, ein Werk zu erfinden, das sich mehr und mehr dem Oelbedarfe und den damit unabweislich verknüpften allmähligen Störungen des richtigen Ganges entziehen ließe. Der Chronometermacher Nieberg in Hamburg

hat nach langen und unermüdlich fortgesetzten Versuchen diese Aufgabe im Jahre 1846 glücklich gelöst und überall damit den verdienten Beifall gefunden. Wenn nun schon jedem Privatmanne daran liegt, eine Uhr zu besitzen, die vollkommen richtig geht und keines Oels bedarf, so ist noch vielmehr dem Astronomen daran gelegen, und alle Behörden, denen strenge Einhaltung der Zeit zur Pflicht geworden, werden sich glücklich schätzen, durch die obige Erfindung ein Mittel zu erlangen, ihren Zweck nunmehr vollkommen zu erreichen. Es lassen sich diese Uhren in jeder beliebigen, selbst colossalen Größe (für Thürme, öffentliche Gebäude, Schlösser u. s. w.) anfertigen und ihr Princip ist ein so sicheres, daß zwei Uhren, neben einander gestellt, eine Reihe von Jahren ohne alle Abweichung auf die Secunde richtig gehen. Die obige Zeichnung, Fig. 72, versinnlicht einige Haupttheile dieser Uhr und giebt dem Kenner sowohl, wie dem Laien einen überzeugenden Einblick in die ebenso einfache, wie sinnreiche Mechanik ihrer Construction.

A ist das Secundenrad, wovon bei jeder ganzen Pendelschwingung ein Zahn frei wird und weit hörbar die Secunde schlägt; **B** Hebel des constanten oder festen Gewichtes **C**; **C** das constante Gewicht, die Hauptrolle in diesem Mechanismus spielend, nebst **D** und **E**, doppelte Hemmungsfeder, vertical gerichtet; **F** verlängerter Auslösungshebel; **G** Horizontalfeder zur Balancirung des constanten Gewichtes; **H** bis **K** Pendel, woran **I** die zarte Aufhängungsfeder und **K** die Verlängerung desselben nach Unten andeutet.

Wenn das in Bewegung gesetzte Pendel die Feder **G** aufhebt; so wird im Moment das constante Gewicht **C** frei und giebt den Impuls auf das Pendel, bis dieses die Hemmungsfeder **E** berührt. Die Auslösung der Feder **D** macht jetzt einen Zahn des Secundenrades frei und der Hebel **B** sinkt auf die Horizontalfeder **G**. Diese Auslösung geht also einzig durch den Stoß des Hebels

B und ohne alle Reibung vor sich und bleibt unabhängig von der Pendelschwingung, welche bloß das richtige Zeitmaß hervorbringt.

Es braucht die Federkraft der Uhr nur so stark zu sein, daß sie das constante Gewicht C bei jeglicher Schwingung des Pendels zu heben vermag. Wirkt die Kraft stärker, so bleibt vermittelst der einfachen und sinnreichen Construction der vermehrte Einfluß immer gleich Null in Beziehung auf die richtig regulirte Pendelschwingung, wodurch es möglich wird, den Gang der Uhr zu einer Präcision der allervorzüglichsten und theuersten Chronometer zu bringen, ein Vortheil, der bisher den ersten Künstlern unerlangbar schien.

Der Preis einer Uhr im feinsten, solidesten Geschmacke und jeder gewünschten Form, sowie für jede Zimmerlocalität geeignet, ist 24 Thaler preußisch Courant, und garantirt der Erfinder die höchste Güte derselben.

Zifferblätter aus Drahtgewebe, von K. Schulze in Brandenburg.

Der Verfasser hat auf den Bahnhöfen Brandenburg und Genthin, an Stelle der durch die Kälte gesprungenen Glaszifferblätter der Bahnhofsuhren, Zifferblätter aus Drahtgewebe ausgeführt, welche haltbarer und bedeutend billiger, als jene sind. In einer der letzten Sitzungen des Vereins für Eisenbahnkunde in Berlin berichtet er über dieselben Folgendes:

Das vielfache Zerspringen der Glaszifferblätter bei Frostwetter, sowie der bedeutende Preis von 50 Thaler eines solchen Zifferblattes habe ihn veranlaßt, ein Material zu den Zifferblättern herauszufinden, welches allen Witterungsverhältnissen widerstehe, und denselben Zweck, sowohl bei Tage, als auch zur Beleuchtung des Nachts,

vollkommen erfülle. Das Drahtgewebe habe sich zur Fertigung der Zifferblätter vollkommen bewährt und erreiche noch nicht ein Viertel des Preises eines Zifferblattes von Glas. Die Zifferblätter von Drahtgewebe seien nun folgendermaßen construirt: Das Drahtgewebe ist zwischen zwei eiserne Kränze von Bandeisen von der Größe des Zifferblattes, 42 Zoll Durchmesser, ¾ Zoll Breite und ⅛ Zoll Stärke des Bandeisens, mittelst eiserner Nieten und Drahtschleifen durch Löcher in den beiden Kränzen gespannt. Auf dieser Scheibe sind die Ziffern, welche von Weißblech ausgeschnitten sind, aufgelöthet, ebenso die Minuten und die Messingbüchse in der Mitte der Scheibe für die Zeigerwelle. Zur größern Steifigkeit des Drahtgewebes ist noch ein schwacher Draht, von den Ziffern 12 und 6 nach der Messingbüchse in der Mitte der Scheibe reichend, verlöthet. Die ganze Scheibe ist auf beiden Seiten drei Mal mit weißer Oelfarbe, die Blechziffern und Minuten aber mit schwarzer Oelfarbe gestrichen. An der Messingbüchse in der Mitte der Scheibe, welche bei diesen beiden Zifferblättern von den gesprungenen Glaszifferblättern entnommen ist, ist eine Oese angelöthet, in welche ein schwacher Drahthaken faßt, der nach Hinten am Uhrkasten noch befestigt ist und so das Drahtgewebe des Zifferblattes gegen Schwankungen, durch Wind hervorgebracht, schützt, wodurch Reibungen an der Zeigerwelle u. s. w. vermieden werden. Dieses Zifferblatt ist, sowie die frühern Glaszifferblätter, mittelst Schrauben an den eingemauerten gußeisernen Rand befestigt.

Das Drahtgewebe, welches zu diesen beiden Zifferblättern verwendet ist, war in der Breite der Zifferblätter von 42 Zoll nicht zu erlangen, weßhalb das Gewebe in der Mitte mit Draht zusammengenäht werden mußte, jedoch so, daß das Gewebe nicht übereinander zu liegen kam, um die Durchsichtigkeit bei Nacht nicht zu erschweren. Ebenso war das Drahtgewebe nur mit Oelfarbe grün gestrichen zu haben, wodurch das Auflöthen der Ziffern u. s. w. sehr erschwert wurde. Bei größerem

Bedarf von Zifferblättern dürften durch die Bestellung des Drahtgewebes in der Fabrik von der nöthigen Breite der Zifferblätter, und ungestrichen verwendet, noch einige Ersparnisse erlangt werden.

Der Preis eines solchen Zifferblattes beträgt zehn Thaler.

(Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, 1855, Heft 9 und 10.)

Bei'm Verleger dieses sind erschienen und in allen Buchhandlungen zu haben:

Jacob Auch, (Hofmechanicus in Weimar), Handbuch für Landuhrmacher, oder leicht faßliche Anleitung, wie man, vom geringsten bis zum schwersten Stücke, und stufenweise bis zur Vollkommenheit eine Taschenuhr bauen muß, wie man die Uhr gehörig auseinander nimmt, wieder zusammensetzt, sie gründlich reparirt und abzieht, stellt, regulirt u. s. w. Für Lehrlinge und Liebhaber. Nebst einer vollständigen Beschreibung der hierzu nöthigen Werkzeuge und deren Abbildung auf 3 lithogr. Tafeln. 1 Thlr. 10 Sgr.

Da Herr Hofmechanikus Auch allen Kennern nicht nur als ein geschickter Mann in seiner Kunst, sondern auch als ein guter Schriftsteller darüber längst bekannt, das Uebrige aber aus vorstehendem Titel ersichtlich ist, so bedarf es keiner weiteren Anpreisung, um so weniger, da obiges Werk vor dem Richterstuhle der Kritik mit Ehren bestanden hat. Man sehe dessen Lob in Beck's Repert. 1827, IV. 1. 2. Die Leipz. Litztg. 1829, Nr. 99, sagt: „Die Anleitung und Beschreibung in diesem Buche ist deutlich und bestimmt und wird bei fähigen Schülern gewiß von großem Nutzen sein."

Dr. F. W. Barfuß, Geschichte der Uhrma- cherkunst von den ältesten Zeiten bis auf unsere Tage, zum Behufe eines allseitigen Unterrichts über die Erfindungen und Leistungen dieser Kunst. Dritte sehr vermehrte Auflage. Herausgegeben von Em. Schreiber. Mit 12 Quarttafeln. 1 Rthlr. 5 Sgr.

Nach der Absicht des Verfassers und Herausgebers der ersten Auflage dieses Werkes sollte dasselbe ein Lehrbuch der Uhrmacherkunst und der Geschichte derselben zugleich sein. Dieser Plan ist auch von dem Bearbeiter der zweiten und dritten Auflage festgehalten worden, so daß darin gegenwärtig nicht nur die Geschichte der Uhrmacherkunst vervollständigt, sondern auch eine Menge der interessantesten Aufgaben für den Uhrmacher von den größten Meistern seiner Kunst gelös't vorlie-

gen, wozu besonders die Industrieausstellungen von London (1851), und Dublin (1853) eine treffliche Gelegenheit dargeboten haben. Hinlänglicher Beweggrund also für jeden nach Vervollkommnung strebenden Uhrmacher, sich mit dem Inhalte dieses Buches bekannt zu machen! —

Dumontier (Prof. der Mechanik) und U. Jürgensen (Uhrmacher der dänischen Marine zu Copenhagen), die Kunst, die Edelsteine für die Zwecke der Uhrmacherei zu bearbeiten. Mit 38 Fig. auf 4 Quarttafeln. $12\frac{1}{2}$ Sgr.

Ganz neu und noch in keinem früheren Werke enthalten, aber unentbehrlich und von hoher Wichtigkeit für alle denkende und mit der Zeit fortschreitende Uhrmacher.

Fr. Harzer, Magnet-Elektricität als motorische Kraft. Practische Anwendung des Electro-Magnetismus auf Telegraphie, sowie auf den Betrieb der Uhren und anderer Maschinen. Mit 16 lithogr. Taf. Zweite um 4 Bogen und 2 Tafeln vermehrte Auflage. 1 Rhlr.

Unter die größten Wunder unserer erfindungsreichen Zeit gehört besonders die Dienstbarmachung des durch Elektricität erregten Magnetismus als bewegende Kraft. Zwar wirkt der Elektromagnetismus nicht mit der großen Potenz des Dampfes oder Wassers, aber mit der Schnelligkeit des Gedankens und ununterbrochen. Daher ist er denn hauptsächlich zur Telegraphie und dann auch zur Bewegung sehr richtig gehender Uhren benutzt worden. Vorstehendes Werkchen giebt eine gedrängte Uebersicht von dem Ganzen der Magnetelektricität, sowie wir sie noch nicht besitzen. Die vorliegende neue Ausgabe ist mit den wesentlichsten Verbesserungen bei der elektromagnetischen Telegraphie und den elektrischen Uhren versehen und daher wieder ganz auf den Standpunct des Jahres 1854 gebracht.

Dr. Dionys. Lardner (Prof. zu London), populäre Lehre von den elektrischen Telegraphen, ihre Geschichte, Beschaffenheit, Einrichtung, der wichtigsten Arten und ihres Betriebes; nebst vorangehender Belehrung über Erregung, Leitung und Geschwindigkeit des elektrischen Stromes. Für angehende Telegraphisten, Eisenbahnbeamte, Techniker im Allgemeinen, Freunde der Physik und jeden Gebildeten. Deutsch bearbeitet von Dr. C. Hartmann. Mit 68 Abbildungen auf 5 Taf. 22½ Sgr.

Die elektrische Telegraphie ist eine der wichtigsten Erfindungen unseres, auch in dieser Beziehung so reichen Jahrhunderts, und ein populäres, auch wegen seines geringen Preises für einen Jeden leicht zugängliches Werk darüber, demnach ein wahres Bedürfniß. Wir haben nur einige größere und ein kleines, sehr unvollständiges Werk darüber. Das vorliegende berücksichtigt alles Wesentliche, ist nach den besten Originalquellen von einem sehr tüchtigen englischen Gelehrten herausgegeben und von einem bekannten deutschen Techniker bearbeitet. Es enthält alles Neue von nur irgend einem Belang, übertrifft darin größere und weit theuerere Werke und giebt ein zwar gedrängtes, aber vollständiges und durch treffliche Abbildungen sehr verdeutlichtes Bild der elektrischen Telegraphie in ihrem neuesten Zustande.

Ferd. Schade (Uhrmacher in Breslau), vollständiges Uhrmacher-Lexicon oder Zusammenstellung und Charaktristik aller bis jetzt bekannten Uhren; nebst einer Uebersicht der in der Uhrmacherkunst bisher erschienen Schriften, verbunden mit andern die Zeitmeßkunde betreffenden Mittheilungen. Mit 2¼ Foliotaf. 25 Sgr.

Der Verfasser, von dem selbst mehrfache neue Erfindungen patentirt sind, dessen Schriften über helikoide Verzahnung rc. und über den Ellipsograph rc. außergewöhnliches Aufsehen erregten, ist bereits allen Kennern rühmlich bekannt. Zu der beigegebenen Literatur hat der Verfasser eine der reichhaltigsten Bibliotheken benutzen können.

Em. Schreiber, vollständiges Handbuch der Uhrmacherkunst, besonders in Beziehung auf Thurm-, Wand- und Stutzuhren, Taschenuhren aller Art, als Spindel-, Cylinder- und Ankeruhren u. s. w., mit und ohne Repetir- und andere Werke, ferner astronomische und nautische Uhren, sowohl hinsichtlich ihrer Construction und Regulirung, als auch ihrer Reparatur. Nebst einer detaillirten Zusammenstellung solcher Verbesserungen und Erfindungen, welche seit 20 bis 30 Jahren in England, Frankreich u. Deutschland gemacht worden sind und welche als wirkliche Fortschritte in dieser Kunst bezeichnet werden können. Zweite, um 3 Druckbogen und 76 Fig. verm. Auflage. Mit 18 Foliotafeln Abbildungen. 2 Rhlr. 15 Sgr.

Seit dem Jahre 1848, wo die erste Auflage des obigen Werkes erschienen ist, haben sich die neuen und für den Uhrmacher höchst interessanten Erfindungen in seiner Kunst dermaßen gehäuft, daß ungeachtet einer sorgfältigen Sichtung und der gedrängtesten Darstellung, 3 Druckbogen und 76 Figuren, um welche die neue Auflage vermehrt worden ist, sich nöthig gemacht haben, um dem sachkundigen Leser Alles übersichtlich vorzuführen. Einen sehr reichen Beitrag in dieser Beziehung hat die Londoner Industrieausstellung vom Jahre 1851 geliefert. Somit dürfte aber auch dieses Handbuch zu einer Vollständigkeit gediehen sein, die nur wenig zu wünschen übrig lassen wird.

H. v. Sternheim, populäre Gnomonik oder Construction der gebräuchlichsten Arten von Sonnenuhren mit Thierkreislinien und Beleuchtungsscalen. Zweite Ausgabe. 1 Rhlr. 15 Sgr.

Gegenwärtige Schrift hat vor der verwandten von Littrow für Viele den großen Vorzug voraus, daß sie weder durch analytischen Calcül mathematische Kenntniß voraussetzt, noch roh practisch ist, wie mehre andere. Bei möglichst wissenschaftlicher Behandlung erfordert es nichts, als den Gebrauch des Bleistiftes, Zirkels und Transporteurs, um ohne alle Berechnung und nur durch einfache geometrische Constructionen auf das Kürzeste zu den genauesten und sichersten Resultaten zu führen. Dabei steht nichts ohne Erläuterung, nichts ohne den Beweis da. Alles ist durch die beigefügten Figurentafeln deutlich und anschaulich gemacht.

C. F. G. Thon, der Uhrenfreund oder allgemein faßliche Anleitung, alle Arten mechanische Uhren, als: Thurm-, Pendel-, Taschen- und Sonnenuhren mit Sicherheit zu prüfen, mit Vortheil einzukaufen, zweckmäßig zu behandeln und nach der beigegebenen Aequationstabelle nach der Sonne richtig zu stellen und die Mittagslinie auch ohne Sonnenuhr leicht zu finden. Für jeden Uhrenbesitzer, Schullehrer, Thürmer, Castellan. Mit 1 Abbildung. 10 Sgr.

Dieser populäre Rathgeber kommt zur rechten Zeit, denn niemals wurde das Publicum mehr mit unbrauchbarer Uhrenfabrikarbeit überschwemmt und nie gab es mehr Uhrenbesitzer, zu denen bei den wohlhabendern Ständen in der Regel schon die Kinder gehören, denen Allen zu ihrer vernünftigen Behandlung obiges Büchlein so nöthig wäre. Dabei werden die alten Thurmuhren mit jedem Jahre älter und unzuverlässiger. In den Städten differiren sie oft um halbe und auf den zunächst aneinander gelegenen Dörfern zuweilen selbst um eine ganze Stunde, was oft bei gerichtlichen Verhandlungen rc. von den nachtheiligsten Folgen ist. Allen, denen die Aufsicht öffentlicher Uhren obliegt, wird dieses Büchlein sehr gute Dienste leisten, und jeder mit einer Taschenuhr beschenkte junge Mensch sollte es als Zugabe erhalten.

Zeitschrift für Groß- und Klein-Uhrmacher jeder Gattung. Bd. I. 1s Hft. 11¼ Sgr. 2s Hft. 15 Sgr. 3s Hft. 12½ Sgr. 4s Hft. 13¾ Sgr. 5s Hft. 15 Sgr. 6s Hft. 13¾ Sgr. (zusammen 2 Rthlr. 21¼ Sgr.) Bd. II. 1s Hft. 12½ Sgr. 2s Hft. 12½ Sgr. 3s Hft. 10 Sgr. 4s Hft. 11¼ Sgr. 5s Hft. 7½ Sgr. 6s Hft. 12½ Sgr. (zusammen 2 Rthlr. 6¼ Sgr.) Bd. III. 1s Hft. 10 Sgr. 2s Hft. 15 Sgr. 3s Hft. 21¼ Sgr. 4s Hft. 16¼ Sgr. 5s Hft. 15 Sgr. 6s Hft. 13¾ Sgr. (zusammen 3 Rthlr. 1¼ Sgr.) Bd. IV. 1s Hft. 12½ Sgr. 2s Hft. 11¼ Sgr. 3s Hft. 15 Sgr. 4s Hft. 17½ Sgr. 5s Hft. 20 Sgr. 6s Hft. 13¾ Sgr. (zusammen 3 Rthlr.) Bd. V. 1s Hft. 11¼ Sgr. 2s Hft. 15 Sgr. 3s Hft. 16¼ Sgr.









